

Dr. med. dent. Ferdinand Sitzmann

Klinische und tierexperimentelle Untersuchungen
über Kiefergelenksveränderungen
nach Osteotomien zur Korrektur von
Dysgnathien und der Okklusion

1979 № 320



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546222_0018

Aus der Klinik und Poliklinik für
Kieferchirurgie
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Steinhäuser

Klinische und tierexperimentelle Untersuchungen über Kiefergelenksveränderungen nach Osteotomien zur Korrektur von Dysgnathien und der Okklusion

Dem Fachbereich Medizin der
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
als Habilitationsschrift

vorgelegt von
Dr. med. dent. Ferdinand Sitzmann
1979



Inhaltsverzeichnis:

- 1.) Einleitung.
- 2.) Literaturübersicht.
 - 2.1 Das stomatognathe System.
 - 2.2 Okklusale Lagebeziehung von Unterkiefer zu Oberkiefer und kaufunktionelle Belastung.
 - 2.3 Okklusionsbedingte Veränderungen im Kiefergelenk.
 - 2.4 Funktionsstörungen im stomatognathen System.
 - 2.5 Experimentelle Untersuchungen über die Beeinflussung der temporomandibulären Gelenkstrukturen und deren Anpassung.
 - 2.6 Operationsmethoden zur Einstellung der Normokklusion bei verschiedener Form und Langeveränderung des Unter- und Oberkiefers.
- 3.) Ziele der vorliegenden Untersuchungen.
- 4.) Klinische Untersuchungen:
 - 4.1 Ziele der klinischen Untersuchungen.
 - 4.2 Patientengut.
 - 4.3 Nachuntersuchung.
 - 4.4 Ergebnisse.
 - 4.4.1 Operative Zurücksetzung des Unterkiefers.
 - 4.4.2 Operative Vorverschiebung des Unterkiefers.
 - 4.4.3 Oberkiefer-Osteotomien Typ Le Fort I.
 - 4.4.4 Oberkiefer-Osteotomien Typ Le Fort II und Le Fort III.
 - 4.4.5 Alveoläre, mandibuläre Osteotomien.
 - 4.4.6 Alveoläre, maxilläre Osteotomien einschließlich medianer Spaltung.
 - 4.4.7 Kombinierte alveoläre maxilläre und mandibuläre Osteotomien.
 - 4.4.8 Sagittale Osteotomien des Unterkiefers und alveoläre Osteotomien nach SCHUCHARDT.
 - 4.5 Zusammenfassung der klinischen Ergebnisse.

- 5.) Tierexperimentelle Untersuchungen:
 - 5.1 Versuchstiere.
 - 5.2 Methodik.
 - 5.2.1 Versuchsplan.
 - 5.2.2 Narkosetechnik.
 - 5.2.3 Operative Maßnahmen.
 - 5.2.4 Postoperativer Heilungsverlauf und Dokumentation.
 - 5.2.5 Histologische Aufarbeitung.
 - 5.3 Ergebnisse:
 - 5.3.1 Histologischer Aufbau des normalen Kiefergelenkes beim Affen.
 - 5.3.2 Histologische Befunde bei den Versuchstieren.
 - 5.3.2.1 Versuchstiergruppe mit medial-cranialer Rotation des gelenktragenden Fragmentes.
 - 5.3.2.2 Versuchstiergruppe mit medial-lateraler Rotation des gelenktragenden Fragmentes.
 - 5.3.2.3 Versuchstiergruppe mit dorsaler Rotation des gelenktragenden Fragmentes.
- 6.) Diskussion.
 - 6.1 Klinische Ergebnisse.
 - 6.2 Tierexperimentelle, histologische Ergebnisse.
- 7.) Schlußfolgerung.
- 8.) Zusammenfassung.
- 9.) Anhang
- 10.) Schrifttum.

1.) Einleitung:

Unter Dysgnathien werden die morphologischen Abweichungen vom eugnathen Kausystem verstanden. Ein unkoordinierter Wachstumsverlauf zwischen den skelettalen Strukturen führt neben einer Anomalie der okklusalen Beziehungen auch zu einer gestörten Harmonie des Gesichtsprofils. Im dento-alveolären Bereich kann eine okklusale Korrektur durch kieferorthopädische Behandlungsmaßnahmen erreicht werden. Die skelettale Lagebeziehung von Unter- zu Oberkiefer erfährt dabei nur bedingt eine Änderung. In der kieferorthopädischen Literatur gibt es gegensätzliche Diskussionen und Meinungen darüber, ob es mit geeigneten kieferorthopädischen Geräten gelingt, skelettale Wachstumsreaktionen zu erreichen. Während dies im amerikanischen Schrifttum abgelehnt wird (RICKETTS 1952, 1960, STEINER 1960 , JANSON 1977), bejaht die zentral-europäische Schule die Meinung einer Beeinflussung der Wachstumsreaktion (ANDRESEN-HÄUPL-PETRIK 1952, SCHWARZ 1953, WEISE 1957, HAUSSE 1961, HOTZ 1970).

Einigkeit besteht nur darin, daß einer Veränderung der Lage des Unterkiefers eine biologische kondyläre Adaptation zugrunde liegen muß.

Durch die operative Korrektur der Okklusion wird eine skelettale Lageveränderung erreicht. Über die dadurch zwangsläufig bedingte Änderung des Bewegungsmusters beim Kauakt

wird auch eine topografische Relationsänderung im Kiefergelenksbereich induziert. Eine Änderung seiner Stellung kann das Kiefergelenk indirekt erfahren durch die Umstellung der Okklusion, z.B. durch die dentoalveolären Osteotomien im Ober- und Unterkiefer, oder aber direkt durch Stellungsänderungen des gelenktragenden Fragmentes bei den Eingriffen im Bereich des horizontalen oder aufsteigenden Unterkieferastes mit einhergehender Kontinuitätsdurchtrennung.

Zahlreiche klinische Untersuchungen deuten darauf hin, daß oft geringe Veränderungen im stomatognathen System, zumeist im Bereich des schadenanfälligsten Gliedes dieses Systems, der Okklusion, einen komplizierten Mechanismus der Anpassung auslösen. Anfangs führen sehr oft solche Änderungen zu erheblichen subjektiven Beschwerden, die sekundär organische Störungen im Muskel-Gelenksapparat zur Folge haben können.

Solche reaktiven Vorgänge sind im Kiefergelenkbereich umso mehr nach den verhältnismäßig starken Relationsänderungen, die durch die Umstellungsosteotomien bedingt sind, zu erwarten. Anhand subjektiver und objektiver klinischer Befunde prä- und postoperativ, sowie anhand tierexperimenteller histologischer Untersuchungen soll die Relationsfähigkeit der temporo-mandibulären Gelenkstruktur in der vorliegenden

Arbeit untersucht werden.

2.) Literaturübersicht:

2.1 Das stomatognathe System:

Das stomatognathe System ist kein morphologisch faßbares Organ, es ist vielmehr ein kompliziertes System einander zugeordneter Elemente (ESCHLER 1963). Das sie einigende Prinzip ist die Funktion (HÄUPL 1960). Zu dieser funktionellen Einheit gehören im wesentlichen Unter- und Oberkiefer mit den Zähnen und Parodontien, die Kiefergelenke und die Kaumuskulatur, sowie die afferente- und efferente Nervenversorgung. Die Kaumuskulatur und die neurale Versorgung werden als "neuromuskuläres System" zusammengefaßt. Ein sinnvolles Zusammenspiel der einzelnen Funktionselemente wird über neuromuskuläre Reflexmechanismen, vergleichbar mit einem kybernetischen Regelkreis gesteuert. So findet man z.B. zwischen den Proprio-Pressorezeptoren im Parodontium und den einzelnen Kaumuskeln eine Koordination, was einer ökonomischen Muskelarbeit dient. Dieses Verhalten bezeichnet man als "okklusale Programmierung". (KAWAMURA 1964, KOBES 1972). Die Funktionen des Kauorgans in Form unterschiedlicher Bewegungsmuster des Unterkiefers werden von der Muskulatur

und den Kiefergelenken ausgeführt. Die Muskulatur greift in drei-dimensionalen Anordnung paarig am Unterkiefer an. Sie wird über proprioceptive Organe der Muskulatur selbst gesteuert. Diese Muskelgruppen bestimmen zugleich die Lage des Unterkiefers zum Oberkiefer und seine Bewegung, die von den Geweben der Gelenke in ihrer Exkursion begrenzt wird. Die Kiefergelenke sind Dreh-Gleitgelenke, mit drei rotatorischen und drei translatorischen, also insgesamt sechs Freiheitsgraden (MOTSCH 1968). Sie lassen, wenn auch in verschiedenem Ausmaß Bewegungen in allen räumlichen Richtungen zu. Über das kortikale Kauzentrum kann bewußt Einfluß auf den Bewegungsablauf genommen werden. Voraussetzung für den "Feed back" Mechanismus ist, daß der Unterkiefer eine ungestörte, alle Anteile gleichmäßig be- und entlastende Stellung zum Oberkiefer einnehmen kann und daß in dieser Position gleichmäßig verteilte Informationen in das System weitergegeben werden können. Ein ungestörter Funktionsablauf ist Ausdruck einer funktionellen Koordination (STEINHARDT 1967).

2.2 Okklusale Lagebeziehung von Unterkiefer zu Oberkiefer und kaufunktionelle Belastung:

Im natürlichen eugnathen Gebiß sind bestimmte defi-

nierte Lagebeziehungen des Unterkiefers zum Oberkiefer bekannt. Die Grenzbewegungen der Mandibula sind von POSSELT (1958) grafisch aufgezeichnet worden. Faßt man die Okklusion als dynamischen Begriff auf, so kann sie als übergeordnete Bezeichnung für alle Kieferpositionen gelten, die durch den Kontakt der Zähne des Unterkiefers mit denen des Oberkiefers gegeben sind (GERBER 1964, 1971). Auf Grund des Bewegungsmusters der Muskulatur wird die maximale Interkuspidation oder auch habituelle Interkuspidation bei bewußtem Schließen der Zahnreihen erreicht. Die zentrale oder retrudierte Kontaktposition wird nur bei einer physiologischen Funktion, während des Schluckaktes eingenommen. Diese erfolgt nach Angaben von MUTSCHELKNAUS (1967) und MOTSCH (1977) bis zu 2.500 mal in 24 Stunden. Von dieser zentralen Position aus kann die Mandibula eine reine Rotationsbewegung durchführen, die als terminale Scharnierachsenbewegung bezeichnet wird. Dabei nehmen die Condylen meist eine dorso-kraniale Stellung ein. Bei der Protrusionsbewegung gleiten die Condylen nach vorne unten, wobei bei gleichzeitiger Rotation Zahnkontakt im Frontzahnbereich erhalten bleiben kann, während im Seitenzahnbereich jeder Kontakt verlorenght. Bei der Seitwärtsbewegung ist zwischen der Arbeitsseite, zu der die Bewegung erfolgt, und der Nichtarbeitsseite oder Leerlaufseite zu un-

terscheiden (ESCHLER 1963). Der Condylus der Arbeitsseite dreht sich um eine senkrecht stehende Achse und kann in mehreren Richtungen wandern, wobei die Zahnreihe der Arbeitsseite eine Laterotrusionsbewegung ausführt. Hingegen führt die Zahnreihe der Leerlaufseite eine Mediotrusionsbewegung aus und der Condylus wandert nach unten, vorne und innen (ENGELHARDT 1968, 1973).

Kauen ist notwendigerweise mit der Anwendung von Kraft verbunden, wobei die Belastung der spezifischen Gewebe des Kauapparates ein wesentlicher Aspekt der Kaufunktion ist. Jedes Individuum besitzt charakteristische Grundmuster der Kaubewegung, wobei das Muster der Kausequenz beim Kauakt deutlich wechselt (KOIVUMAA und AHLGREN 1966). Wichtig für die Kenntnis eines störungsfreien eugnathen Funktionsablaufes des Kauorganes ist deshalb die Frage, wie Muskulatur und Kiefergelenke in die Bewegungsführung des Unterkiefers eingreifen und welche Wirkungen, die am Unterkiefer auftretenden Muskelkräfte auf die Kiefergelenke ausüben. Die bisherigen Untersuchungen zum Funktionsprinzip des Kauorganes diskutieren die Frage, ob die Kiefergelenke beim Kauvorgang belastet werden. Schon GYSI (1921) hat auf Grund von Modelluntersuchungen und auf der Basis anatomischer Studien Berechnungen angestellt und seine Hebeltheorie postuliert, wonach der Unterkiefer als ein- bzw.

zweiarmiger Hebel mit Drehpunkt und Widerlager in den Kiefergelenken anzusehen ist. WINKLER (1921, 1922), SCHRÖDER (1934), BAY und WILD (1945), LOOS (1946), ACKERMANN (1953), ROYDHOUSE (1955) und HELLOY (1962) kamen auf Grund theoretischer Überlegungen zu der Auffassung, daß eine Belastung der Kiefergelenke bei den Kaubewegungen erfolgen muß. Aus experimentellen Messungen des Flüssigkeitsdruckes in der Gelenkkapsel folgert FINDLAY (1964), daß nur der ballanceseitige Gelenkkopf belastet wird, der arbeitsseitige Condylus dagegen nicht. Eine nennenswerte mechanische Belastung bei der Condylen lehnen STEINHARDT (1934, 1939), HILDEBRANDT (1938), SEWARDT (1938), ROBINSON (1946), PUFF (1963), PUFF und KRAUSE (1965) ab. Sie sprechen ebenso wie SICHER (1948), MOYERS (1950), LATIF (1957), NENNINGER (1961) und WEBERTHEDY (1962) von einem kaukraftfreien Kiefergelenk, wobei allerdings eine mäßige Belastbarkeit des Discus articularis nicht ausgeschlossen wird. PAGE (1964, EICHNER (1967), MOTSCH (1968), LUDWIG (1976) konnten einerseits durch experimentelle und röntgen-chinematographische, andererseits durch elektromyographische Untersuchungen nachweisen, daß die Bewegungsführung des belasteten Unterkiefers rein muskulär bedingt ist, und die im Kauorgan wirkenden Kräfte von der Muskulatur kompensiert werden, während die Kiefergelenke praktisch lastfrei bleiben. Folglich besteht nach LUDWIG (1976) die Aufgabe

der Kiefergelenke nur in der Führung des Unterkiefers bei Leerbewegungen, wobei keine nennenswerten Kräfte wirksam werden.

2.3 Okklusionsbedingte Veränderungen im Kiefergelenk:

Phylogenetisch und ontogenetisch ist das menschliche Kiefergelenk ein sekundäres Gelenk. Das primäre Kiefergelenk wird durch einen Funktionswechsel verändert (PUFF 1963). Die Schlußbißlage der Kiefergelenkköpfchen an den Rückflächen der tubercula articularia wird bei normaler Lagebeziehung von Unterkiefer zu Oberkiefer durch die beiden physiologischen Bißhebungen festgelegt. In erheblichem Maße bestimmt die Ausführung der Kieferfunktion die Formung des gesamten Gelenkgebietes, wobei sich die Kiefergelenke auf die spezielle Form der Zahnokklusion einspielen. Form und Funktion sind deshalb untrennbar miteinander verbunden (GERBER 1964). STEINHARDT (1939) konnte anhand von Schädelpräparaten bei verschiedenen Bißlagen z.B. bei starken Formen eines Deckbisses, charakteristische Kennzeichen an den Gelenken nachweisen, wie Umbiegung des Collum mandibulae, Konvexität der Gelenkflächen oder dreigeteilte Diskussform und stärkere Neigungswinkel des tuberculum articulare. Solche Gelenkformen sind Folgen von Umbauvorgängen, die in einem physiologischen Rahmen ablaufen und als Ausdruck funktioneller Anpassung angesehen werden können. Im

Gegensatz zu diesen physiologischen Umbauvorgängen der Kiefergelenke die meist im jugendlichen Alter erfolgen, sind natürlich auch Schädigungen bei statischer Änderung der Lagebeziehung der Kiefer zueinander zu erwarten. Dies umsomehr, als die Kiefergelenke im Rahmen des stomatognathen Systems mit einem relativ schadenanfälligen Organ, der Zahnokklusion, gekoppelt sind. GERBER (1964) hat solche Faktoren, die die okkluso-artikuläre Harmonie stören, als sogenannte Insultfaktoren bezeichnet und systematisch eingeteilt. Eine große Gruppe dieser Faktoren nehmen die künstlichen Okklusionsveränderungen ein, wobei die restaurative konservierende und prothetische Zahnheilkunde oft eine künstliche Inkonkurrenz von Okklusionsform und Gelenkform erzeugt. Dies kann ebenfalls für die kieferorthopädisch-chirurgischen Maßnahmen zur Einstellung einer sogenannten Normokklusion zutreffen.

2.4 Funktionsstörungen im stomatognathen System:

Eine Störung des funktionellen Gleichgewichtes ist nach HÄUPL (1960) Ausdruck eines Mißverhältnisses zwischen Belastung der beteiligten Gewebe auf der einen Kauseite und ihrer Belastbarkeit auf der Gegenseite. Den Zusammenbruch dieses funktionellen Gleichgewichtes signalisieren zunächst auftretende Schmerzen (RAMFJORD 1967), die eine funktionelle Inkoordination anzeigen. Nach STEINHARDT (1957), BOCK

(1967), KROUGH-POULSEN und OLSEN (1967) kann man generell pathogenetisch organische und funktionelle Inkoordinationen unterscheiden:

Bei den organischen Inkoordinationen liegt ein primärer Gelenkschaden vor, der eine sekundäre Kieferfunktionsstörung zur Folge haben kann. Bei den funktionellen Inkoordinationen, die weitaus häufiger sind, liegt die primäre Störung im Bereich der Okklusion, die sekundäre Gelenkschäden bedingen kann.

Aus umfangreichen elektromyographischen Untersuchungen (GREENFIELD und WYKE 1956, JARABAK 1956, MOYERS 1956, PERRY 1957, KRAFT 1963, SCHULTE 1966) geht hervor, daß Veränderungen am Relief okkludierender Zahnreihen, z.B. Kippungen, Wanderungen oder Verlust eines oder mehrerer Zähne, oder artifizielle Änderungen durch Füllungen und Kronen über zugeordnete Rezeptoren zunehmende Aktivität der Kaumuskeln hervorrufen, um die instabile Kieferposition zu stabilisieren. Bei Malokklusion und Funktionsstörungen des Kiefergelenkes, ist das Bewegungsmuster irregulär. Der Unterkiefer wird in eine Position dirigiert, in welcher wieder eine okklusale Abstützung gefunden wird, die unter anhaltender kraftaufwendiger Anspannung der Adduktoren eingehalten werden kann. Die reflektorische Koordination der Muskulatur erfährt eine Umstellung. Dieser Vorgang stellt eine kontinuierliche Umprogrammierung

des Bewegungsmusters dar (SCHULTE 1970). Durch Rückkopplung kann dies zu einem circulus vitiosus führen. Folge dieser dauernden Überbeanspruchung der betroffenen Muskelgruppen sind Spasmen im Sinne von SHORE (1959) und Myogelosen (KROUGH-POULSEN 1967), die sehr oft mit starken Schmerzen verbunden sind. Zustände dieser Art werden zu meist als "Myoarthropathie" oder als "Pain-Dysfunction-Syndrom" bezeichnet (SCHWARTZ 1955). Resultierende funktionelle Einschränkungen reichen von einer reflektorischen Ruhigstellung bis zum völligen Zusammenbruch des stomatognathen Systems. Hierbei sind Dezentrierung und Distraction der Gelenkköpfe, Störungen im Ablauf der Diskusfunktion, sowie gewebliche Schäden im Sinne von Arrosionen am Gelenkknorpel und auch am Knochen zu beobachten. Nur selten kommt es jedoch zu geordneten Umbauvorgängen im Sinne der Adaptation.

Die Kiefergelenke als ein Teil des stomatognathen Systems, können sekundär bei anhaltend bestehender Funktionsstörung organisch geschädigt werden. Es kommt zur Arthropathie falls die Anpassungsmöglichkeit eines Gelenkes bei dieser kontinuierlichen Verlagerung des Unterkiefers überschritten wird. Der chronische Verlauf einer deformierenden Arthropathie führt zu typischen Erscheinungsformen eines degenerativen Abbaues im Bereich des Gelenkknorpels. Patholo-

gische Veränderungen des Knorpels kommen zum Ausdruck in der Entartung seiner zelligen und intrazellulären Elemente sowie in einem Rückgang der Anzahl von Knorpelzellen. Gleichzeitig finden reparative Vorgänge statt, z.B. Markraumeröffnungen mit Vaskularisation und Ossifikation, wie dies STEINHARDT (1939) nachweisen konnte.

2.5 Experimentelle Untersuchungen über die Beeinflussung der temporomandibulären Gelenkstrukturen und deren Anpassung:
Der Frage, wie sich okklusale Insulte auf das stomatognathe System auswirken würden, galten zahlreiche Untersuchungen. Man kann annehmen, daß eine Änderung an einem Glied dieses Systems einen komplizierten Versuch der Anpassung auslöst, wobei mehrere Teile des Gesamtsystems gekoppelt sind. Bei den bisherigen Untersuchungen konnten meistens knöcherne Veränderungen gefunden werden. BHASKAR und ORBAN (1955), WENTZ, JARABAK und ORBAN (1958), MÜHLEMANN und HERZOG (1961), DOTTO, CARANZA und ITOIZ (1966), SKINAZI (1967) führten entsprechende Experimente durch, wobei verschiedene Belastungen des Kausystems durch Aufbißschienen oder Bißsperrungen in Form von Kronen provoziert wurden. Neben lokalen Befunden, wie Zahnlockerungen und Knochenabbau im limbus alveolaris, waren auch ausgedehntere Anpassungsvorgänge in Form von Knochenapposition am Condylus und am Hinterrand des aufsteigenden

Unterkieferastes, sowie Resorptionen am Vorderrand des Gelenkhalses gefunden worden. Nach einer entsprechenden Gelenkbelastung wurden auch Verdickungen und Wucherungen der Knorpelschicht (HOFFER u.a. 1966) sowie Abflachung und Schwund der Knorpelzellen festgestellt (TRAGE 1970).

Massive Strukturveränderungen im kranialen Teil des Kiefergelenkes konnte GERBER (1971) bei einem Gorillaweibchen nach teilweisem Verlust der Eckzahnführung beobachten. Es kam zu einer Seitverlagerung des Unterkiefers und entsprechender Vorverlagerung des Condylus der Gegenseite. Weiterhin imponierten Strukturveränderungen als obliterierende Einlagerungen im Bereich der fissura petrotympanica und Neubildung in der fossa durch Abtragung des Gelenkhöckers.

Nach einseitiger Entfernung der seitlichen Stützzone konnten BAKER (1922) und NIKITJUK (1968) einen verkleinerten Gelenkkopf auf der gleichen Seite sehen. Histologische Veränderungen am Gelenk in Form einer Verringerung des Condylenknorpels stellten mehrere Autoren fest (AVANT, AVARILL und HAHN (1952), CIMASONI (1963), CIMASONI und BECK (1963), FURSTMANN (1965), EHRLICHER (1968), PIETRKOVSKI (1970).

Nach operativer Entfernung des Gelenkkopfes im Tierversuch werten verschiedene Autoren die Tatsache, daß der Condylus teilweise regeneriert und sich die Gelenkgrube durch Knochenapposition nivelliert, als funktionelle Anpassung (SARNAT und

ENGEL 1951, JARABAC und KAMINS 1952, JARABAC und VEHE 1952, KANTACK 1966, JARABAC und KAMINS 1952 und HAYES 1961). Auch sind Degenerationen des Condylus bei jugendlichen Patienten, bei welchen das Gelenkköpfchen wegen eines Tumors oder einer Hyperplasie reseziert wurde, beobachtet worden (STEINHÄUSER 1978).

Über Form- und Strukturveränderungen der Mandibula, insbesondere des Gelenkkopfes, berichten zahlreiche Autoren nach experimentellen Kaumuskelsektionen bzw. Kaumuskelverlagerungen. So führten u.a. HOROWITZ und SHAPIRO (1955) sowie SCHUMACHER (1964, 1968) partielle oder totale Resektionen des musculus masseter, oder des musculus temporalis durch. Über gleichzeitige Resektionen beider Muskeln berichtet NIKITIUK (1968). Die Ergebnisse dieser Experimente sind sehr unterschiedlich. Lokale Beobachtungen im Bereich der Muskelansatzstellen zeigen ein Wachstumsdefizit gegenüber der Norm, wobei die räumlich begrenzten Muskelansatzstellen des Unterkiefers deutlich mehr betroffen sind, als die großflächigen Ansatzstellen im Bereich des Schädelknochens. SCHUMACHER (1968) deutet den Befund der Anpassungsveränderung an dem Kieferknochen so, daß nach Resektion einzelner Kaumuskeln andere Kaumuskeln durch die kompensatorische Mehrbeanspruchung hypertrophieren.

Das Verhalten des Condylus articularis bei einem therapeutisch induzierten artikulären Bißausgleich in der Sagittal-

ebene, dem sogenannten "jumping the bite" wurde in verschiedenen Tierexperimenten untersucht. Für diese Experimente wurden von BREITNER (1930) und OHTA (1937) bereits Rhesusaffen verwendet. Diese Versuche, die durch intermaxilläre Gummizüge und Plattenapparate eine Veränderung der Lagebeziehung von Unterkiefer zu Oberkiefer induzierten, zeigten, wie auch die späteren Experimente an Affen von BREITNER (1940, 1941 und 1942), charakteristische Stellen der verstärkten Resorption und Apposition bei medialer und distaler Verlagerung des Unterkiefers. Bei Medialverlagerung wurden Knochenabbau am vorderen Teil des processus articularis und an der Rückfläche des tuberculum articulare gesehen, andererseits konnte Knochenanbau an der rückwärtigen Fläche des processus articularis beobachtet werden. Bei Distalverlagerungen traten entgegengesetzte Veränderungen ein.

Die o.g. Ergebnisse wurden im wesentlichen durch ähnliche Experimente z.B. von HÄUPL und PSANSKY (1938) bestätigt, die an einem ausgewachsenen Pavian durchgeführt wurden. Der Condylus inclusive Collum veränderte im Laufe einer "jumping-the-bite-Behandlung" seine Größe und Form, sowie die Lage in Relation zu den umgebenen Strukturen der fossa articularis und des tuberculum articulare.

Neben ossalen Veränderungen wurden auch kondyläre Reaktionen von HOFFER (1958) und HOFFER et al (1958) beobachtet, die an Affen mittels verschiedener Apparaturen eine mandi-

buläre Voraktivierung erzwungen hatten. Durch histo-chemische Reaktionen wurden verstärkte methodische Aktivitäten nachgewiesen (VOGEL und PIGANTELLI (1958). Daß lediglich die "funktionelle" Voraktivierung des Unterkiefers zu einer Umwandlung der morphostrukturellen Architektur des Kiefergelenkköpfchens führte, andererseits mechanische Krafteinwirkungen nur knochenpathologische Veränderungen im Kiefergelenkbereich erzeugen, konnten BACCIONI und andere (1959) beweisen. Über deutliche knöcherne Veränderungen am hinteren Pol des Condylus in Form vermehrter Knochenapposition, ergaben Studien am wachsenden Rhesusaffen (DERICHSWEILER 1958, BAUME und DERICHSWEILER 1961). Bei diesen Experimenten wurde eine Voraktivierung des Unterkiefers mittels einzementierter Metallsplinte erzwungen, was allerdings zu keinen knöchernen Veränderungen im Bereich des tuberculum articulare, der Gelenkpfanne und des aufsteigenden Unterkieferastes, die über die physiologischen Umbauvorgänge hinausgingen, führte. HINIKER und RAMFJORD (1966), RAMFJORD und HINIKER (1966), RUBEN und MAFLA (1971) sowie MEIKLE (1970) konnten bei sagittaler Vorverlagerung des Unterkiefers bei ausgewachsenen Affen pathologische Veränderungen im condylären Knorpelbereich ebenso, wie appositionelle Vorgänge am aufsteigenden Unterkieferast beobachten. Die fossa articularis dagegen zeigte in diesem Falle keine Veränderungen als Reaktion auf die veränderte Okklusion.

Ähnliche Feststellungen machten LIEB (1968) und LIEB und SCHLAGBAUER (1970), die ebenfalls in der Gelenkgrube keine Umformungsprozesse auf Grund funktioneller kieferorthopädischer Einwirkung beobachten konnten.

JANZEN und BLUHER (1965) führten an Affen posteriore Verlagerungen des Unterkiefers durch, ebenso wie FOLKE und STALLARD (1966), die solche Versuche an Sprague-Dawley-Ratten anstellten. Mittels audioradiographischer Untersuchungsmethoden konnte die Gewebsreaktion auf die veränderte Kieferposition hin ausgewertet werden. Danach stimulierte eine Druckverlagerung des Unterkiefers die Zellteilung in der Zwischenzone des Gelenkknorpels.

Über Untersuchungen zur artikulären Adaptation bei Rhesusaffen, welche durch kieferorthopädische Geräte induziert wurde, berichtet JOHO (1968). Weiterhin findet man in der kieferorthopädischen Literatur eine ausgedehnte experimentelle Arbeit, in welcher die Reaktion des mandibulären Gelenkknorpels auf orthopädische Stimulation während der Wachstumsphase untersucht wird (STÖCKLI und WILLERT 1971, STÖCKLI 1972). Bei wachsenden Rhesusaffen der Gattung Makkaka Irus Mordaxs wurden während verschieden langer Perioden, mit Hilfe einzementierter Goldschienen, Vorverlagerungen des Unterkiefers bewirkt. Dabei konnten adaptive Gewebsreaktionen in den temporo-mandibulären Gelenkstrukturen ausgelöst werden, die

im wesentlichen auf einer Steigerung der Proliferationsaktivität in der Zwischenzone des condylären Knorpels im posterioren Bereich des Gelenkköpfchens beruhte. In der fossa articularis fand eine zusätzliche Knochenneubildung statt. Symptome pathohistologischer Veränderungen wurden nicht beobachtet, was auf eine hohe Adaptationspotenz der temporomandibulären Gelenkstrukturen während des Wachstums hinweist.

Von BAUME, HÄUPL und STELLMACH (1959) liegen histologische Untersuchungen am Kiefergelenk eines 2-monate alten Kindes mit Pierre-Robin Syndrom nach Extensionsbehandlung der extremen Unterkieferrücklage vor. Da das Kind mit 5 Monaten an einer Thymus-Affektion verstarb, war die histologische Untersuchung der Kiefergelenke möglich. Der Effekt dieser auf den Unterkiefer einwirkenden Zugkräfte äußerte sich im histologischen Bild in verstärkter Proliferation des condylären Knorpels, in cranio-posteriorer Richtung. Auch ossäre Reaktionen in der fossa articularis wurden gefunden.

Erst neuerdings werden auch in der kieferchirurgischen Literatur Veränderungen in der Gelenkregion nach operativen Umstellungen der Unterkieferlage beschrieben. Grund dafür waren röntgenologisch nachweisbare postoperative Lageveränderungen, wobei Gelenkbeschwerden nur selten beobachtet wurden.

Modellversuche zur Lageveränderung des Kiefergelenkköpfchens nach sagittalen Spaltungen vom Unterkiefer zur operativen Einstellung der Normokklusion wurden von FREIHOFER (1976) an Schädelpräparaten mit progenen Verzahnungen durchgeführt. Bei Modelloperationen im aufsteigenden Unterkieferast durch sagittale Spaltungen zeigt sich, daß sowohl bei der Umschlingungs-Osteosynthese wie auch durch Zugschrauben-Osteosynthese Lageveränderungen des Condylus hervorgerufen werden. Es traten sowohl Änderungen im Abstand der Gelenkköpfe zu einander auf, die zwischen 2,5 und 6 mm variieren. Änderungen des Neigungswinkels der Walzenachsen in der Frontalebene ergaben sich zwischen Werten von $0,5^{\circ}$ bis $6,5^{\circ}$. Noch stärker war die Dislokation bei Rotation in der Horizontalebene, wobei Werte von 1° bis 17° gemessen wurden. Festzustellen bleibt, daß Dislokationen der Gelenke nach starrer Schraubenfixation in einem vermehrten Maße eintreten, als nach einfacher Drahtfixation. Klinische Befunde, vor allem das nach Vorbringen des Unterkiefers relativ häufig gefundene Gelenkknacken, bestätigen die Modellversuche dahingehend, daß es bedingt durch die operative Verschiebung des Unterkiefers und der Okklusion zu Lageveränderungen zwischen Köpfchen und Pfanne kommen muß. TUINZING und SWART (1978) bestätigen durch ihre Untersuchungen an Leichenunterkiefen, daß durch die funktionsstabile Verschraubung (SPIESSL 1974) der Fragmente eine

Änderung der interkapitulären Distanz bis zu einer Größenordnung von 12 mm eintritt. Bislang gibt es noch keine Mitteilungen, daß bei Verwendung von Zugschrauben zur Fixation der Fragmente nach Osteotomie Gelenkbeschwerden aufgetreten sind, obgleich dies auf Grund dieser Ergebnisse zu erwarten wäre.

2.6 Operationsmethoden zur Einstellung der Normokklusion bei verschiedener Form- und Lageveränderung des Unter- und Oberkiefers.

Für die chirurgische Korrektur der Dysgnathien ist eine Vielzahl von Operationsmethoden in der Literatur angegeben worden, welche die Einstellung einer funktionellen Normokklusion zum Ziel haben und womit meist einhergehend auch eine ästhetische Verbesserung des Gesichtsprofiles erreicht wird. Operative Maßnahmen lassen sich nach dem Ort des Eingriffes unterteilen. Im Bereich des Unterkiefers sind bevorzugte Stellen für Osteotomien der horizontale Unterkieferast, der Kieferwinkel, der Ramus ascendens des Unterkiefers und mit Einschränkungen auch die Kiefergelenksregion. Im Oberkiefer werden je nach Form und Lageveränderung der Deformitäten Osteotomien im Bereich des Alveolarfortsatzes wie auch im gesamten Mittelgesicht durchgeführt.

ANGLE (1898) und BLAIR (1906) haben wohl erstmals die Be-

handlung der echten Progenie durch eine Ostektomie im horizontalen Unterkieferast empfohlen und letzterer hat diese auch durchgeführt. In der Folgezeit haben dann mehrere Autoren, u.a. DINGMANN (1944), CONVERSE und SHAPIRO (1952) die Methoden der Ostektomie variiert und eine stufenförmige Osteotomie im Horizontalast durchgeführt, die ebenso wie die Inlaytechnik von TOMAN (1958) die Schonung des Gefäßnervenbündels sichern sollte. Eine doppelstufenförmige Knochenschnittführung gab NEUNER (1962) an. Um breite Knochenkontaktflächen zu erhalten, hat MEHNERT (1967) eine "Sagittal-Stufenförmige Osteotomie" zur Verkürzung des horizontalen Unterkieferastes angegeben.

Eingriffe am Kieferwinkel haben u.a. STEINHARDT (1955) in Form einer nach okklusal offenen, keilförmigen Ostektomie angegeben, während Obwegeser (1962) seine Operationsmethode am Kieferwinkel hauptsächlich dann indiziert sieht, wenn die Progenie mit einem offenen Biß verbunden ist. Eine rechtwinklige Osteotomie mit Ostektomie im Kieferwinkelbereich hat TRAUNER (1967) angegeben.

Gegenüber den Methoden der Ostektomie im Kieferkörper, sind die Operationsmethoden im Bereich des aufsteigenden Unterkieferastes in vielen Punkten von Vorteil. BRUHN und LINDEMANN (1920) haben erstmals die quere Osteotomie des aufsteigenden Unterkieferastes angegeben. Über ein ähnliches Ver-

fahren hat KOSTECKA (1931) berichtet, wobei mit einer Gigli-Säge ohne äußere Schnittführung die quere Osteotomie des aufsteigenden Unterkieferastes durchgeführt wurde. Abgewandelte Knochenschnittführungen haben WASSMUND (1935) und HEISS (1952) mit der zapfenförmigen Durchtrennung des aufsteigenden Unterkieferastes angegeben, während KÖLE (1961) und TRAUNER (1967) eine bogenförmige bzw. L-förmige Osteotomie durchführten. Ähnliche Vorschläge stammen von THOMA (1961) und SCHLEGEL (1966). Auf drei Operationsmethoden zur Osteotomie des aufsteigenden Unterkieferastes soll hier näher eingegangen werden.

- 1.) Die vertikale Osteotomie nach CALDWELL-LETTERMAN (1954) wird in der Originalversion von einem ex-oralen Zugang vorgenommen. Dabei wird unter dem Kieferwinkel der aufsteigende Unterkieferast freigelegt und eine vertikale Osteotomie vom tiefsten Punkt der incisura semilunaris mandibulae bis kurz vor den Kieferwinkel durchgeführt, wobei der Schnitt hinter der lingula mandibulae verläuft, wodurch der N. mandibularis verlässlich geschont werden kann. Die laterale Corticalisschicht im Bereich der vertikalen Osteotomie wird entsprechend der zu erfolgenden Rücksetzung des zahntragenden Fragmentes

entfernt. Nach Rückverschiebung liegt dann der hintere Rand des Ramus ascendens der vorderen, von der Corticalis befreiten Knochenfläche lateralwärts an und kann durch Drahtumschlingung oder Corticalisschrauben fixiert werden. Die Abtragung der Corticalis wird von den meisten Operateuren nicht mehr durchgeführt, nachdem Erfahrungen über eine gute Knochenheilung vorliegen. Neuerdings kann die vertikale Osteotomie auch von intraoral vorgenommen werden, wodurch ästhetisch störende Narbenbildungen vermieden werden können (HALL 1975).

- 2.) Die stufenförmige, sagittale Osteotomie nach OBWEGESER (1955) hat den Vorteil einer großen Knochenkontaktfläche im aufsteigenden Unterkieferast. Sie wird vom Munde aus durchgeführt; wodurch sichtbare Narben vermieden werden können.

Das Prinzip der Operation ist die Spaltung des Unterkiefers im Kieferwinkelbereich, wobei das Gefäßnervenbündel allerdings nicht verlässlich geschont werden kann. Auf Grund der breiten Knochenkontaktflächen sind die Voraussetzungen für eine Konsolidierung, auch beim Verschieben des Unterkiefers, günstig. Auch bei dieser Methode wird neuerdings die Adaptation der Fragmente mittels Zugschrauben empfohlen (SPIESSL 1974, 1975).

Modifikationen der kaudalen Osteotomielinie wurden angegeben u.a. von OBWEGESER (1957), ROSSI (1958) und GOTTE (1966).

- 3.) Eine noch größere Knochenkontaktfläche wird durch die von DAL-PONT (1959) als Weiterentwicklung des OBWEGESER'schen Verfahrens angegebenen "sagittale-retromolare Osteotomie" erzielt. Hierbei wird die distale Osteotomie in den horizontalen Unterkieferast verlegt, wobei der Schnitt von der Linea obliqua externa in Höhe des 2. Molaren vertikal zum Unterkieferrand verläuft. Nach der sagittalen Aufspaltung und Rückverschiebung muß eine Kürzung am Vorderrand des lateralen gelenktragenden Fragmentes, entsprechend der zurückzusetzenden Meßstrecke erfolgen. Diese Methode ist besonders zur Korrektur des Distalbisses geeignet, da auch beim Verschieben des Unterkiefers immer noch ein ausreichender Knochenkontakt vorhanden ist.

Für die operative Korrektur der dento-alveolären Stellungsanomalie wurde im Laufe der Zeit ebenfalls eine Flut von Operationsmethoden in der Literatur angegeben. Nachdem HULLIHEN (1900) erstmals über die Rückversetzung des frontalen Unterkieferalveolarfortsatzes berichtet hat, befaßten sich in der Folge COHN-STOCK (1921), PICHLER (1929), WASSMUND (1935), AXHAUSEN (1937), GINESTET (1939), HOFER (1942),

SCHUCHARDT (1952), 1954), GILLIES und ROWE (1954) mit der operativen Verlagerung von Alveolarsegmenten im Unterkiefer und Oberkiefer. Es ist wohl ein besonderes Verdienst von KÖLE, der eine Reihe von Operationsverfahren angegeben hat (1959, 1962, 1964), daß die Kieferorthopädische Chirurgie am Alveolarfortsatz heute in diesem Maße verbreitet und perfektioniert ist. Die prinzipiell von intraoral ausgeführten alveolären Osteotomien werden für Unter- und Oberkiefer zur Behebung der verschiedensten Dysgnathien beschrieben, z.B. der alveolären Protrusion, der alveolären Retrusion, des tiefen- und des offenen Bisses. Dabei werden ganze Segmente der Alveolarfortsätze, meist von einem Prämolaren, bis zum Prämolaren der anderen Seite reichend, bewegt. Falls erforderlich, kann eine zusätzliche Teilung der Fragmente in der Mittellinie erfolgen, wodurch Veränderungen der Form des Zahnbogens möglich sind.

Auf die Notwendigkeit, eine alveoläre Osteotomie mit einer die Kieferkontinuität durchtrennenden Osteotomie zu kombinieren, verweist OBWEGESER (1968). In Fällen von mandibulärer Retrusion bei gleichzeitiger alveolärer mandibulärer Protrusion führt STEINHÄUSER (1975) die kombinierte Osteotomie am Alveolus und am Kieferkörper durch. Über weitere dento-alveoläre Segment-

verlagerungen im internationalen Schrifttum berichten u.a. REICHENBACH (1960), WUNDERER (1962), MURPHEY u. WALKER (1965), CONVERSE (1966), OBWEGESER (1968, 1969), HINDS (1969), CONVERSE und HOROWITZ (1969), ZISSER (1969, 1972), BELL und LEVY (1970), McINTOSH (1974), HOOLEY und WEST (1974), PFEIFER (1974), STEINHÄUSER (1974).

Von Osteotomien im Bereich des Oberkiefers und Mittelgesichtes zur Behebung von Dysgnathien wurde lange Zeit Abstand genommen. Die Hauptgründe hierfür waren die schlechten Fixationsmöglichkeiten, die Eröffnung der Kieferhöhlen und der damit verbundenen Infektionsgefahr, sowie die schlechteren Heilungschancen auf Grund der geringen Knochenkontaktflächen. Die Osteotomie zur Mobilisation des Oberkiefers wurde wohl erstmals von AXHAUSEN (1937) durchgeführt. Die Durchtrennung erfolgte im Sinne einer GUERIN'schen Querfraktur mit Mobilisation des gesamten Oberkiefer-Alveolarfortsatzes. CONVERSE und SHAPIRO (1952) und vor allem GILLIES (1954) konnten zeigen, daß autoplastische Knochentransplantate zur Kieferhöhle hin ungedeckt liegen können, ohne die Einheilung des Transplantates zu gefährden, wenn die orale Schleimhaut darüber sorgfältig verschlossen wird.

Die Mobilisation des Oberkiefers zur Korrektur von Dysgnathien war ein wesentlicher Fortschritt für die rekonstruktive Kieferchirurgie. Mittlerweile sind umfangreiche

Osteotomien im gesamten Mittelgesicht fast zur Operationsroutine bei Korrektur schwerer Deformitäten geworden. (KÖLE 1964, HOGEMANN 1966, OBWEGESER 1967, HOLLMANN 1967). Eindrucksvolle Berichte über totale Osteotomien des Mittelgesichtes im Sinne des Le Fort III und sagittale Spaltungen bei kranio-fazialen Dysostosen, z.B. vom Typ Crouzon oder Apert stammen von TESSIER (1967), OBWEGESER (1969) und EDGERTON (1973). Bei Mittelgesichtshypoplasien können auch Varianten von Le Fort II Typ Osteotomien zur Korrektur angewandt werden. Diese Methoden, die von STEINHÄUSER (1975) beschrieben wurden, sind in vielen Fällen von Mittelgesichtsfehlbildungen indiziert.

3.) Ziele der vorliegenden Untersuchungen:

Die Operationsmethoden, die durch eine Kontinuitätsdurchtrennung des Unterkieferkörpers oder des aufsteigenden Unterkieferastes eine Neueinstellung der Okklusion ermöglichen, bewirken meist über das kleinere gelenktragende Fragment direkt eine Lageänderung des Condylus zur Gelenkpfanne. Durch die alveolären Osteotomien im Ober- und Unterkiefer erfolgt dagegen eine Veränderung der Lagebeziehung des Condylus zur Pfanne indirekt über die geänderte Okklusion und die dadurch einhergehende Änderung des individuellen Bewegungsmusters.

In einer klinischen Nachtuntersuchung von Patienten der Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie, bei welchen im

Laufe der Jahre 1973 bis 1976 selektive Osteotomien zur Korrektur von Dysgnathien vorgenommen wurden, sollten evtl. aufgetretene Beschwerden, vor allem in Bezug auf die Gelenkfunktion, festgestellt werden. Im Tierexperiment, wobei ausgewachsene Affen mit eugnather Verzahnung als Versuchstiere gewählt wurden, sollte die Adaptationsfähigkeit der temporomandibulären Gelenkstrukturen bei mechanischer Stellungsänderung beider Gelenkköpfe untersucht werden. Auch sollten mögliche Folgeerscheinungen am discus articularis beurteilt werden. Verschiedene Beobachtungszeiten sollten Auskunft geben über die Zeitspanne und das Ausmaß, in welchem sich adaptive Vorgänge oder organisch faßbare deformierende Gewebsreaktionen einstellen.

4.) Klinische Untersuchungen:

4.1 Ziele der klinischen Untersuchungen:

Die klinische und radiologische Untersuchung konzentrierte sich auf die Beantwortung folgender Fragen:

- a) Einfluß des operativen Verfahrens auf den temporomandibulären Gelenkapparat:

Welche klinischen Befunde ergeben sich bei Funktion der Kiefergelenke nach Änderung der Okklusion und damit des Bewegungsmusters hinsichtlich Gelenkgeräusche, funktionsbehindernder Gelenkschmerzen und Bewegungsfreiheit?

Wie wurden praeoperativ bestandene, evtl. dysgnathiebedingte Gelenkbeschwerden im Sinne der Myoarthropathie, durch die operative Okklusionskorrektur beeinflußt?

- b) Radiologische Veränderungen als Folge der operativen Okklusionskorrekturen: Radiologische Erfassung von Gelenkfehlstellungen in Relation zur Gelenkpfanne nach operativer Korrektur.

Radiologisch grob faßbare Veränderungen der temporo-mandibulären Gelenkstrukturen.

4.2 Patientengut:

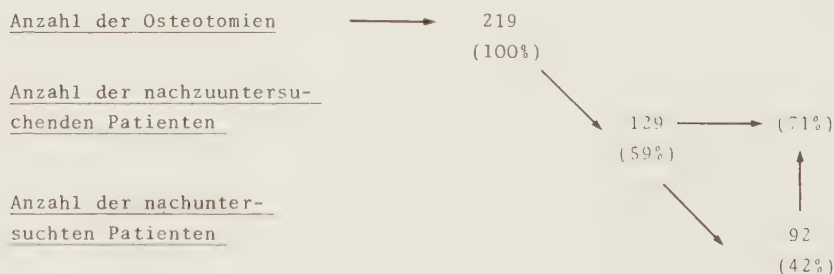
An der Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie der Universität Erlangen-Nürnberg wurden in der Zeit von November 1973 bis Juni 1978, also in einem Zeitraum von 4 Jahren und 8 Monaten, insgesamt 219 Patienten mit verschiedenartigen Dysgnathien operativ behandelt. Aus diesem Patientengut sollten die Patienten nachuntersucht werden, bei welchen der operative Eingriff zur Korrektur der Dysgnathie und Okklusion mindestens 2 Jahre zurücklag. Als Stichtag wurde der 1.6.1978 festgelegt, d.h. die Operation mußte mindestens am 1.6.1976 durchgeführt worden sein. In dieses Patientenkollektiv entfielen 129 Patienten, von denen wiederum 92 Patienten nachuntersucht werden konnten.

Der längste postoperative Zeitraum betrug demnach 4 Jahre 8 Monate (56 Monate) der kürzeste Zeitraum 2 Jahre (24 Monate). Über die Verteilung des Patientengutes gibt folgende Tabelle (Tab. 1) Auskunft. Die Einteilung erfolgte primär nach der durchgeführten Operationsmethode und nicht nach der Diagnose. Der Grund hierfür war, daß aus verschiedenen Überlegungen, meist waren ästhetische Gesichtspunkte ausschlaggebend, auch bei gleicher Diagnosestellung unterschiedliche Eingriffe zur Korrektur angewendet wurden.

Tabelle Nr. 1

OP-Methode	Diagnose	Gesamt- operationen 11/73-6/78	Patienten 2 Jahre postop.	Nachunter- sucht
Sagittale Spaltung	Mandibuläre Prognathie	83	54	35
Obwegeser Dal-Pont				
Vertikale Osteotomie		18	8	4
Caldwell- Lettermann		4	3	3
Ostektomie				
Dingman		105	65	42
Sagittale Spaltung	Mandibuläre Retrognathie	10	4	3
Obwegeser Dal-Pont				
Osteotomie	Maxilläre			
Le Fort I	Retrognathie	10	6	6
Le Fort I +	LKG-Spalten			
mediale Spaltung	Maxilläre Prognathie	7	4	3
		17	10	9
Le Fort II Osteotomie	Pseudoprognathie	8	6	5
Le Fort III Osteotomie	Mittelgesichts- hypoplasie Pseudoprognathie + offener Biß	3	2	2
Alveoläre Osteotomie UK (Köle)	mand.alveoläre Protrusion	14	10	9
	mand.alveoläre Retrusion	7	7	5
	offener Biß	18	7	5
		39	24	19

OP-Methode	Diagnose	Gesamt- Operationen 11/73-6/78	Patienten 2 Jahre postop.	Nachunter- sucht
Alveoläre Osteotomie OK + media- ne Spaltung	maxilläre alveoläre Protrusion	14	6	5
Kombinierte alveoläre Osteotomie OK u. UK	maxilläre alveol. Protrusion in Kombination mit tiefem Biß	5	2	2
	bimaxilläre Protrusion	5	3	1
	tiefer Biß - Deckbiß	3	2	-
		13	7	3
Sagittale Spaltung Obwegeser Dal-Pont	Laterognathie	10	5	4



4.3 Nachuntersuchung:

Zur Nachuntersuchung dieses selektierten Patientengutes wurde ein Befundbogen entworfen mit der Zielsetzung, bei allen Patienten eine standardisierte Befunderhebung durchführen zu können. Entsprechend unserer Fragestellung wurde die postoperative Funktion des gesamten Kauorgans besonders beachtet. Die klinische Untersuchung umfaßt die Okklusions- und Artikulationsbefunde, wobei Primär- und Balancekontakte, wie auch die Eckzahnführung berücksichtigt wurden. Die Beurteilung der Kiefergelenke beinhaltete neben der Palpation auch den Bewegungsablauf, sowie deren Auskultation um Gelenkgeräusche möglichst gut erfassen zu können. Auf mögliche Schmerzensationen wurde besonders geachtet.

Bei der radiologischen Untersuchung haben wir uns aus Gründen des Strahlenschutzes auf die Darstellung der Kiefergelenke nach der von SCHÜLLER angegebenen Technik und auf die Darstellung der Kiefergelenke im Orthopantomogramm beschränkt. Die von SCHÜLLER (1905) als transkraniale Projektion angegebene Technik wurde modifiziert, wobei der Strahlengang aus der Frontalebene nach dorsal 15° abwich und nach kranial 20° aus der Horizontalebene eingestellt wurde. Die Beurteilung der Stellung der Gelenkwalze zur Gelenkpfanne ist bei dieser Technik ausreichend möglich. Insbesondere sind Vergleiche zu praeoperativen Situatio-

nen gegeben und entsprechend beurteilbar. Für die schematische Darstellung der knöchernen Gelenkanteile in der Seitenansicht, haben wir die Einteilung von GERBER (1973) übernommen, die in übersichtlicher Weise 5 verschiedene Stellungen des Gelenkkopfes zur Pfanne unterscheidet.



1



2



3



4



5



6

1. Normale Beziehungen
2. Gelenkraum extrem verengt, Intrusion der Walze in die Pfanne
3. Distraktion der Walze aus der Pfanne
4. Condylus nach vorne verlagert, dorsaler Gelenkraum abnorm breit.
5. Condylus nach dorsal unten verlagert, anteriorer Gelenkraum abnorm breit, dorsaler Gelenkraum verengt.
6. Zusätzlich haben wir eine weitere Position angeführt, welche die Rotation des Gelenkkopfes nach medial-kranial mit Drehpunkt im Kiefergelenk darstellt.

Die Erkennung von grob radiologisch faßbaren organischen Veränderungen der temporo-mandibulären Gelenkstruktur, z.B. Randzackenbildung, oder Abflachung der Gelenkwalze, sowie Veränderungen am Tuberculum articulare sind durch die Aufnahme nach SCHÜLLER ebenfalls möglich.

Zum Verständnis des Prinzips der Nachuntersuchung stellen wir den Befundbogen vor, der für jeden nachkontrollierten Patienten ausgefüllt wurde.

Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie
der Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Prof.Dr.Dr.E.Steinhäuser

<u>Familienname</u>		<u>Geburtsdatum</u>		
<u>Mädchenname</u>		<u>Tag</u>	<u>Monat</u>	<u>Jahr</u>
<u>Vorname</u>				
<u>Wohnort</u>		<u>Krankenblatt-Nr.</u>		19

Diagnose:

Praeoperative Beschwerden

im Bereich des stomatognathen Systems.

Durchgeführte Operationen:

<u>Tag</u>	<u>Monat</u>	<u>Jahr</u>

Eingriffe im

Oberkiefer

Unterkiefer

rechts

links

Mitte

Verschraubung

Drahtnaht

Drahtumschlingung

ohne intermaxilläre Fixation

<u>Osteotomie</u>	
<u>Ostektomie</u>	

	<u>I₁</u>	<u>I₂</u>	<u>G</u>	<u>P₁</u>	<u>P₂</u>	<u>M₁</u>	<u>M₂</u>	<u>M₃</u>
<u>Lücke</u> <u>(Zahnzahl)</u>								
<u>Extraktion</u> <u>(Zahnzahl)</u>								
<u>interdental</u>								

Komplikationen:

intraoperationem:

postoperationem:

Ostitis
Osteomyelitis
Weichteilnekrose
Transplantatverlust
Pseudoarthrose

Nachuntersuchung

Postoperativer Zeitraum

Tag	Monat	Jahr

Subjektive Beschwerden:

Kiefergelenke:

Gelenkgeräusche

Knacken
Reibegeräusche
Schmerzen
Bewegungsbehinderung
Öffnen - SKD
Vorschub (mm)
Seitschub

rechts	links

Sensibilität:

N. infraorbitalis
N. mandibularis
N. mentalis
N. lingualis
Hypästhesie
Anästhesie
Parästhesie

rechts	links

Subjektives Urteil des Patienten:

Verbesserung

der Ästhetik

Keine Änderung

der Kaufunktion

Verschlechterung

Postoperative Befunde:

Tag	Monat	Jahr

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Vitalität CO₂

Paradontium

Okklusion

3 | 6 Neutralbiß
 3 | 6 Mesialbiß
 3 | 6 Distalbiß
 Prämolarenseite
 Frontzahnüberbiß

rechts	links

Kreuzbiß
 Mittellinie
 USB

rechts	links

Artikulation

a) Öffnungsbewegung SKD 1 in
 1 mm

Abweichung der
 Mittellinie um USB

rechts	links

b) Vorschubbewegung

Abweichung der
 Mittellinie um USB

rechts	links

c) Seitschubbewegung

uneingeschränkt
 eingeschränkt
 leicht möglich
 unter Schmerzen

rechts	links

d) Primärkontakte

Molarenbereich bei

Prämolarenbereich bei

Frontzahnbereich bei

e) Balancekontakte

Molarenbereich bei

Prämolarenbereich bei

Frontzahnbereich bei

f) Eckzahnführung

rechts

oder Prämolarenbereich

links

Frontzähne

14	15	24	25
12	11	21	22

Kiefergelenke:

Druckschmerz

Reibegeräusche

Knacken

terminal

intermittierend

bei Öffnung

Vorschub

Seitschub

rechts	links

(Auskultation)

Muskelbefunde:

M. masseter

M. pterygoideus medialis

M. pterygoideus lateralis

M. temporalis

Mundboden musc.

M. sternocleidom.

rechts	links

Röntgenuntersuchungsbefunde:

Orthopantomogramm

Gelenkaufnahmen

UK Übersicht p.a. (Clementschilds)

Fernröntgen

Nasennebenhöhlen

Stellung der Gelenkwalze zur Pfanne



rechts	links



rechts	links

Gelenkwalze

regelrechte, glatte
scharfe Kontur
unregelmäßige Kontur
Randzacken
Abplattung
Deformierung

rechts	links

Beurteilung des Operationsresultates:

Rezidiv

Teilrezidiv

Nebenbefund:

Sensibilität

Hypästhesie

Anästhesie

Parästhesie

N. infraorbitalis

N. mandibularis

N. mentalis

N. lingualis

rechts	links

Narben:

exoral

enoral

Asymmetrien

Mittelgesicht

Jochbein

Mandibula

4.4 Ergebnisse:

Jede Operationstechnik wird aus Gründen der Übersichtlichkeit getrennt besprochen und diskutiert.

4.4.1 Die operative Zurücksetzung des Unterkiefers (Osteotomie des aufsteigenden Unterkieferastes nach OBWEGESER, OBWEGESER-DAL PONT, CALDWELL-LETTERMAN, Ostektomie des horizontalen Unterkieferastes nach DINGMAN.)

Das untersuchte Krankengut umfaßt 42 Patienten mit mandibulärer Prognathie, wobei 35 Patienten nach dem Verfahren nach OBWEGESER-DAL PONT (1955, 1959) operiert wurden, während bei 4 Patienten die Okklusion nach dem Verfahren von CALDWELL-LETTERMAN (1954) durch vertikale Osteotomie der aufsteigenden Unterkieferäste und bei 3 Patienten durch eine Ostektomie nach DINGMAN (1944) korrigiert wurden. Die längste Kontrollzeit betrug 56 Monate, die zeitliche Minstdifferenz zwischen Operation und Nachuntersuchung war 24 Monate. Es ergab sich eine Durchschnittszeit nach dem operativen Eingriff von 29 Monaten.

Klinische Befunde:

Bei 20 Patienten (47%) konnten Befunde von terminalem oder intermediärem Gelenkknacken ein- oder beiseitig erhoben werden. Reibegeräusche im Gelenk wurden bei 8 Patienten (19%) auskultatorisch gefunden. Die Kontrolle der Okklusion und Artikulation ergab bei 23

Patienten (54%) sowohl Primär- und Balancekontakte, als auch eine fehlende Eckzahnführung nach der operativen Korrektur der Dysgnathie und damit der Okklusion. Ein Zusammentreffen von okklusalen Interferenzen und entsprechenden Gelenkgeräuschen besteht in allen 20 Fällen, bei welchen Gelenkknacken gefunden wurde.

Bei der Funktion der Kiefergelenke konnte keine Einschränkung bei der Öffnungsbewegung Vor- und Seitschubbewegung festgestellt werden. Die Exkursionen lagen im Normbereich mit einer durchschnittlichen Schneidekantendistanz von 41 mm.

Exorale Druckempfindlichkeit eines oder beider Kiefergelenke gaben 19 Patienten (45%) an, die jedoch zu keiner Funktionsbehinderung führten. Die von 5 Patienten praeoperativ angegebenen, mit Schmerzen einhergehenden und als Dysgnathie bedingt angenommenen Gelenkgeräusche zeigten sich in 2 Fällen als zurückgebildet, während bei 2 Patienten sich zwar die Schmerzen, nicht aber das Gelenkknacken zurückgebildet hatten. Bei einem Patienten haben sich die praeoperativ bestandenen Befunde postoperativ verschlechtert.

Röntgenbefunde:

Die radiologische Untersuchung der Gelenkkopfstellung zur Gelenkpfanne ergab bei den einzelnen nachuntersuch-

ten Patienten verschiedene Positionen. In 40% aller untersuchten Kiefergelenke war die Gelenkwalze nach vorne unten verlagert mit einem dorsal breiten Gelenkraum entsprechend der Gruppe 4 der von GERBER (1973) angegebenen Einteilung. Eine normale Beziehung von Gelenkkopf zu Gelenkpfanne entsprechend Gruppe 1 des Schemas bestand immerhin in 22% der Fälle, während eine Distraction der Walze aus der Gelenkpfanne in 19% radiologisch zu diagnostizieren war. Besondere Stellungsanomalien der Gelenkwalze wurden nicht gefunden. Auffallend waren jedoch Gelenkbefunde von 2 Patienten, bei welchen sich eine bzw. beide Gelenkköpfe verhältnismäßig deutlich abgeplattet darstellten, z.T. mit Strukturveränderungen und Randzackenbildung am ventralen Condylenrand. Der Vergleich mit den praeoperativ angefertigten Kiefergelenksaufnahmen nach SCHÜLLER macht deutlich, daß in einem der Fälle die Abplattung in dem 4-jährigen postoperativen Zeitraum erfolgt ist, während im anderen Fall der praeoperative Zustand postoperativ noch ausgeprägter dargestellt ist. Bei beiden Patienten bestehen auch klinisch Kiefergelenksbeschwerden mit deutlichem Gelenkknacken.

4.4.2 Operative Vorverschiebung des Unterkiefers (nach OBWEGE-SER-DAL PONT):

Zur Korrektur des Distalbisses wurde ausschließlich ebenfalls die sagittale Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes zur operativen Vorversetzung des Unterkiefers durchgeführt, wobei eine gute Knochenkontaktfläche bei der Vorverschiebung ermöglicht ist. Die längste postoperative Beobachtungszeit betrug 51 Monate, die zeitliche postoperative Minstdifferenz bis zur Kontrolle 28 Monate. Der Durchschnittswert aller nachuntersuchten Patienten ergibt einen 33-monatigen Beobachtungszeitraum.

Klinische Befunde:

Bei einer Patientin innerhalb dieser Gruppe wurde ein schmerzhaftes intermittierendes Gelenkknacken diagnostiziert. In diesem Falle wurden die osteotomierten aufsteigenden Unterkieferäste funktionsstabil verschraubt. Bewegungseinschränkungen zeigten sich keine. Allerdings waren bei allen 3 Patienten Primär- bzw. Balancekontakte bei Prüfung der Okklusion bzw. Artikulation zu finden. In 2 Fällen fehlte die seitliche Stützzone im Unterkiefers.

Röntgenbefunde:

Die Stellung der Gelenke zur Fossa articularis läßt sich in allen drei nachuntersuchten Fällen einer Rotation nach vorne oben und einer Verlagerung insgesamt nach unten zuordnen, wobei der dorsale Gelenkraum breit erscheint.

In einem Falle stellt sich der Condylus in der transkraniellen Projektion grazil und an der ventralen Fläche mäßig abgeplattet dar.

4.4.3 Le Fort I-Typ Operationen:

Zur Korrektur der maxillären Retrognathie wurden in 17 Fällen Osteotomien vom Typ Le Fort I durchgeführt. In 7 Fällen davon mit einer zusätzlichen medianen Spaltung. 9 Patienten aus dieser Kategorie konnten nachuntersucht werden. In 3 Fällen wurden Osteotomien zur Korrektur der Pseudoprogenie bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten vorgenommen. Die längste Beobachtungszeit postoperativ betrug 56 Monate. Der kürzeste postoperative Zeitraum war 44 Monate. Durchschnittswerte bei dem nachuntersuchten Patientenkollektiv ergeben sich mit 50 Monaten.

Klinische Befunde:

Terminales oder intermittierendes Gelenkknacken fand sich bei 5 Patienten (55%), in einem Fall mit Schmerz einhergehend. Bei einem Patienten trat ein Gelenkgeräusch erstmals postoperativ auf, während bei einem weiteren Patienten Gelenkgeräusche bereits praeoperativ bestanden und durch die Operation nicht behoben werden konnten. Die Okklusions- bzw. Artikulationsverhältnisse zeigen befriedigende Resultate, lediglich 3 Patienten hatten Balancekontakte, die alle in

die Gruppe der Patienten mit Gelenkknacken einzuordnen sind. Bewegungseinschränkungen ergaben sich nicht.

Röntgenbefunde:

Im allgemeinen waren die Gelenkbefunde bei diesen Patienten erwartungsgemäß unauffällig. Die häufigste Stellung der Gelenkwalze entsprach einer mäßigen Distraktion aus der Gelenkpfanne (Gruppe 3 des GERBER'schen Schemas), während sich in der seitlichen Projektion rund 25% der Gelenkköpfchen in normaler Lagebeziehung zur Gelenkpfanne darstellten. In 2 der Fälle zeigten sich allerdings Unregelmäßigkeiten im Bereich der Gelenkwalzen, einmal in einer deutlich ausgeprägten Randzackenbildung ventral, und im anderen Fall in einer Auflockerung der Gelenkstruktur am dorsalen Condylusanteil. Praeoperativ zeigte die Panoramaaufnahme zumindest im letztgenannten Fall bereits eine mäßige Abplattung der Gelenkwalze.

4.4.4 Oberkiefer-Osteotomien nach Le Fort II und Le Fort III:

Die klinischen und röntgenologischen Befunde dieses Anteiles werden gemeinsam diskutiert. Insgesamt wurden nach diesen Operationsmethoden 11 Patienten mit Pseudoprognien und Mittengesichtshypoplasien operiert. Dieses Kollektiv teilt sich auf in 8 Patienten mit Osteotomien vom Typ Le Fort II, wobei in 2 Fällen zusätzlich je eine vertikale und sagittale Unterkieferosteotomie im Ramus ascendens durchgeführt werden mußte.

Von dieser Gruppe konnten 5 Patienten nachuntersucht werden. Von den 3 nach Le Fort III osteotomierten Patienten kamen 2 zur Nachuntersuchung. Die längste Kontrollzeit betrug 55 Monate, während die kürzeste postoperative Beobachtungszeit 32 Monate betrug.

Klinische Befunde:

Durch Auskultation konnte bei 2 Patienten ein deutliches intermittierendes Gelenkknacken eruiert werden, wobei bei 4 Patienten okklusale Interferenzen in Form von Primär- und Balancekontakten gefunden werden. In 3 Fällen bestand keine Eckzahnführung. Beide Patienten mit Gelenkgeräuschen wiesen keine Eckzahnführung auf, hatten andererseits aber Primär- oder Balancekontakte. Eine Bewegungseinschränkung der Kiefergelenke war nicht feststellbar, ebenso gab keiner der nachuntersuchten Patienten Beschwerden im temporomandibulären Gelenkbereich an.

Röntgenbefunde:

Die Stellung der Gelenke ist unterschiedlich; beim überwiegenden Anteil der in dieser Gruppe dargestellten Gelenkregion steht der Condylus im dorsalen Bereich der Gelenkpfanne (43%) mit einer Verbreiterung des Gelenkraumes im ventralen Bereich (Gruppe 5 des GERBER'schen Schemas). Bei nur einem Patienten ist die Gelenkkopfposition als regelrecht einzuordnen (Gruppe 1). Bei weiteren 2 Patien-

ten fallen Randzacken im ventralen Condylusbereich auf, wobei in einem der Fälle der Condylus sich in seiner Form schmal und in der Kontur unregelmäßig zeigt.

4.4.5 Alveoläre, mandibuläre Osteotomien:

Diese Gruppe umfaßt 14 Patienten mit mandibulärer, alveolärer Protrusion, 7 Patienten mit mandibulärer Retrusion und schließlich 18 Patienten mit einem alveolär offenen Biß. Insgesamt konnten von diesen 39 Patienten, die alle durch alveoläre Osteotomien im Unterkiefer operiert wurden, 19 Patienten nachuntersucht werden, wobei die längste Zeit 55 Monate nach der operativen Korrektur betrug, während die kürzeste Beobachtungszeit genau 24 Monate betrug.

Klinische Befunde:

Bei Funktion der Kiefergelenke waren bei 7 Patienten (36%) der durch alveoläre Osteotomien im Unterkiefer korrigierten Dysgnathiepatienten terminales oder intermittierendes Gelenkknacken wie auch Reibegeräusche zu finden. Eine ebensogroße Anzahl von okklusalen Primär- und Balancekontakten war bei der Artikulation zu finden, wobei diese Patienten in Bezug auf Gelenkknacken identisch sind. Zusätzlich gaben zwei aus dieser Gruppe noch Schmerzsensationen bei Funktion und Palpation im Bereich der Kiefergelenke an. Bei einer Patientin mit mandibulärer alveolärer Retrusion bestand praeoperativ

eine Öffnungsbehinderung, einhergehend mit Gelenkbeschwerden im Sinne der Myoarthropathie in diesem Fall war eine schmerzhafteste Bewegungseinschränkung postoperativ nicht mehr vorhanden; die Schneidekantendistanz betrug postoperativ 41 mm, wohl aber bestand das Reibegeräusch weiter. Bei dieser Patientin besteht postoperativ eine gute Eckzahnführung, okklusale Interferenzen konnten nicht gefunden werden.

Röntgenbefund:

Die Variationsbreite der Gelenkstellung ist bei der Gruppe der durch mandibuläre alveoläre Osteotomie korrigierten Dysgnathien groß. In den meisten Fällen kann man die Beziehung Gelenkkopf zu Gelenkpfanne als normal bezeichnen (77%), aber häufig zeigen sich dorsal kaudale Verlagerungen und Distraktionen der Gelenkwalze (20%) mit entsprechender Verbreiterung des anterioren Gelenkraumes. Struktur- oder Reliefveränderungen am Condylus wie auch im Bereich der Fossa articularis sind auf den Röntgenbildern nicht erkennbar.

4.4.6 Alveoläre maxilläre Osteotomie einschließlich medianer Spaltung:

Das nach der Operationsmethode von KÜLE und WUNDERER operierte Krankengut umfaßt 14 Fälle mit maxillärer alveolärer Protrusion von denen 5 Patienten zur Nachuntersuchung kamen.

Bei 3 von diesen Fällen mußte zusätzlich eine mediane sagittale Spaltung des Oberkiefer-Alveolarfortsatzes durchgeführt werden. Der längste postoperative Zeitraum betrug 47 Monate, der kürzeste 28 Monate.

Klinische Befunde:

In 3 der 5 Fälle (60%) waren Gelenkknacken und Reibegeräusche festzustellen, wobei bei diesen Patienten gleichzeitig eine Eckzahnführung fehlte. Eine mäßige Öffnungseinschränkung mit einer Schneidekantendistanz von 32 mm konnte in einem Fall beobachtet werden.

Röntgenbefunde:

Im allgemeinen läßt sich die Stellung der Kiefergelenke in die Form der mäßigen Distraction der Condylen aus der Gelenkpfanne mit verbreitertem Gelenkspalt einordnen. Lediglich bei einem Fall war im rechten Kiefergelenk eine Intrusion und im linken Kiefergelenk eine Distraction des Condylus festzustellen. In je einem Fall wurde ein stark ausgezogenes schmales Collum mandibulae mit einem hypoplastischen Gelenkköpfchen, das nach ventral mäßig abgeplattet erscheint, gefunden.

4.4.7 Kombinierte alveoläre maxilläre und mandibuläre Osteotomien:

Die chirurgische Behandlung bimaxillärer Protrusionen sowie maxillärer alveolärer Protrusionen auch in Kombination mit tiefem Biß wurde insgesamt an 13 Patienten nach der Technik von KÖLE (1956) vorgenommen. Nur 3 Patienten konnten der Nachkontrolle unterzogen werden. Die durchschnittliche Kontrollzeit war 39 Monate, wobei die längste Kontrollzeit 54, die kürzeste Kontrollzeit 24 Monate betrug.

Klinische Befunde:

In allen Fällen wurde entweder ein leichtes Gelenkknacken oder ein Reibegeräusch auskultatorisch gefunden. Bei einem Patienten hatte sich ein praeoperatives Gelenkknacken in ein schmerzfreies Reibegeräusch umgebildet.

Röntgenbefunde:

Die Condylen stellen sich nahezu regelrecht dar, sie zeigen eher die Tendenz der Distraction mit einer mäßigen Verbreiterung des Gelenkspaltes. Organisch faßbare Veränderungen der Condylen oder benachbarten Gelenkanteile sind nicht nachweisbar.

4.4.8 Sagittale Osteotomien des Unterkiefers und alveoläre Osteotomien nach SCHUCHARDT:

Zur Korrektur der Laterognathien mittels sagittaler Spaltung des Unterkiefers wurden 9 Patienten operativ behandelt, eine

Patientin wurde zusätzlich einer alveolären Osteotomie im Oberkiefer einseitig nach SCHUCHARDT unterzogen. 4 dieser Patienten konnten nachuntersucht werden. Bei je einem Fall aus dieser Gruppe lag das Krankheitsbild einer Dysostosis mit einer oto-mandibulären Dysplasie vor. In einem anderen Fall bestand ein Goldenhaar-Syndrom mit Aplasie des re. Kiefergelenkes.

Klinische Befunde:

In 3 der Fälle, einbezogen die Syndrom-Patienten, bestand praeoperativ ein deutliches Gelenkknacken, das auch nach der operativen Korrektur weiterhin vorhanden war. Die in einem Fall gleichzeitig bestehenden Gelenkbeschwerden hatten sich postoperativ allerdings zurückgebildet.

Röntgenbefunde:

Bei der radiologischen Beurteilung der postoperativen Gelenkstellung konnten nur 2 Patienten beurteilt werden, wobei eine regelrechte Gelenkposition auf der seitlichen transkraniellen Aufnahme zu finden ist. Die röntgenologischen Veränderungen des Kiefergelenkes bei den Syndrom-Patienten sind auf die Abweichung des einseitig aplastischen Unterkiefers zurückzuführen.

4.5 Zusammenfassung der klinischen Ergebnisse:

Jede Operation zur Korrektur der Okklusion bei einer Dysgnathie stellt einen Eingriff in das stomatognathe System dar. Durch die Veränderungen im funktionellen Gleichgewicht dieses Systems können Störungen an anderer Stelle innerhalb des Kauorganes resultieren. Bei der von uns durchgeführten klinischen Untersuchung interessierten in erster Linie mögliche Veränderungen der temporomandibulären Gelenkanteile nach den operativen Korrekturen, zumal bei allen Operationsmethoden, bei welchen die Unterkieferkontinuität zur Einstellung einer zentralen Okklusion durchtrennt werden mußte, der Condylus in seiner Stellung zur Fossa articularis direkt verändert wird. Andererseits resultieren Positionsveränderungen des Condylus indirekt über die veränderte Okklusion, z.B. bei den alveolären Osteotomien im Ober- oder Unterkiefer. Solche Stellungsveränderungen können sich in Gelenkgeräuschen, auch mit einhergehenden evtl. funktionsbedingten Schmerzen äußern, wie sie für die Myoarthropathie typisch sind. Die funktionelle Inkoordination z.B. durch resultierende okklusale Interferenzen kann sekundär zu einer organischen Störung der beteiligten Komponenten dieses Systems führen. Durch röntgenologische Untersuchungen der Kiefergelenke sollte deshalb bei diesem speziellen Krankengut herausgefunden werden, ob solche Strukturveränderungen nach der operativen Korrektur von Dysgnathien und der Okklusion be-

reits in einem Zeitraum von 2 Jahren im Röntgenbild festzustellen sind.

In diesem Patientengut waren 8 Patienten, die sich u.a. wegen funktioneller Kiefergelenksbeschwerden, die möglicherweise dysgnathiebedingt waren, der operativen Korrektur der Dysgnathie bzw. der Okklusion unterzogen haben. Die Analyse der prae- und postoperativen Befunde zeigte, daß sich bei 7 von diesen Patienten wohl die praeoperativen mit Gelenkknacken bzw. Gelenkgeräuschen einhergehenden Beschwerden zurückgebildet haben, nicht aber das Gelenkgeräusch selbst. Lediglich in einem Fall trat eine Verschlechterung ein. Insgesamt zeigte sich aber, daß die Druckempfindlichkeit der Kiefergelenke zugenommen hat, dies hauptsächlich bei den Patienten, die wegen einer mandibulären Prognathie operiert wurden.

Die an dem untersuchten Krankengut erhobenen Befunde, welche 2 Jahre postoperationem durch klinische und radiologische Untersuchungen gewonnen wurden, sind auf folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle Nr. 2

OP-Methode	Durchschnitt- postop. Zeitraum Mo.	Nachunter- suchte Patienten	Druckschmerz u. Bewegungseinschr. praeop. postop.	Bewegungs- geräusche	Primär- u. Balancekont. fehl.Eckzahnf.	Bewegungs- einschr. prae post	Radiolog. Veränderg.
Kontinuitäts- Osteotomien UK OBWEGESER, OBWEGESER-DAL- PONT, CALDWELL- LETTERMAN, DINGMAN	29	42	5	19	23	- -	2
OBWEGESER, OBWEGESER-DAL- PONT (Distalbiß)	33	3	-		1	3	- -
Le Fort I Osteotomie	50	9	-		5	3	- -
Le Fort II+III Osteotomie	38	7	-	-	2	4	- -
alveoläre mandibuläre Osteotomie	34	19	1	2	7	7	1 -
alveoläre- maxilläre Osteotomie einschl.medianer Spaltung	37	5	-	-	3	3	- 1
alveoläre- maxilläre u. mandibuläre Osteotomien	39	3	1	-	3	-	- -
UK-Osteotomien in Komb.mit alv.Osteotomien n.SCHUCHARDT	41	4	1	-	3	2	2 2
Gesamt bzw. Durchschnitt	37,6 Mo	92(100%)	8	21	53	45(49%)	3 3

5.) Tierexperimentelle Untersuchungen:

5.1 Versuchstiere:

Als Versuchstiere wurden sieben ausgewachsene Javaaffen der Spezies "*macacus fascicularis*" verwendet. Fünf Tiere waren männlichen-, zwei Tiere weiblichen Geschlechtes. Ein weiteres Tier diente als Kontrolle. Das Alter der Tiere variierte bei Versuchsbeginn zwischen 6 und 8 Jahren. Auf Grund der Angaben von SPIEGEL (1934) über den zeitlichen Ablauf der Bezahnung und des Zahnwechsels, insbesondere der dritten Molaren bei Javamacacen, sowie der Untersuchungen von HURMS und van WAGENEN (1961) wurde das Alter nach dem dentalen Entwicklungsstand bestimmt. Vergleichsweise entspricht dies einem Entwicklungsstand beim Menschen von 16-20 Jahren. Bei den Javaaffen durchgeführte Handröntgenbilder bestätigen den skelettalen Entwicklungsstand der Tiere. Die Epiphysenfugen der distalen Phalangen waren geschlossen, das Sesamoid war verknöchert. Vergleichsweise entspricht dieser Befund einem ausgewachsenen skelettalen Entwicklungsstand beim Menschen.

5.2 Methodik:

5.2.1 Versuchsplan:

Lfd. Nr.	Gruppe	Tier-Nr.	Sex	Operation	postoper. Beobach- tungszeit (in Tagen)
1	M	70	m	vertikale Osteoto- mie des aufstei- genden UK-Astes: <u>medial-craniale</u> Rotation des ge- lenktragenden Fragmentes um 30°.	180
2	M	361	m	" "	90
3	M	360	m	" "	120
4	L	195	m	vertikale Osteoto- mie des aufstei- genden UK-Astes: <u>medial-laterale</u> Ro- tation des gelenk- tragenden Fragmentes.	180
5	D	69	m	vertikale Teilosteotomie des aufstei- genden UK-Astes: <u>dorsale</u> Rotation des gelenktragenden Fragmentes um 15°.	180
6	L	2199	w	vertikale Osteoto- mie des aufstei- genden UK-Astes: <u>medial-laterale</u> Ro- tation des gelenk- tragenden Fragmentes.	90
7	D	2662	w	vertikale Teilosteotomie des aufstei- genden UK-Astes: <u>dorsale</u> Rotation des gelenktragenden Fragmentes um 15°.	90
8	K			Kontrolltier:	180

5.2.2 Narkosetechnik:

Operative Eingriffe an den Tieren wurden in allgemeiner Narkose durchgeführt. Dem Körpergewicht entsprechend, wurden intramuskuläre Gaben von Thiopentalnatrium (Trapanal^R) in einer Dosis von 5 mg pro Kilogramm Körpergewicht verabreicht. Die Tiere atmeten während des gesamten Eingriffes spontan ohne endotracheale Intubation. Durch eine einmalige oder maximal zweimalige Gabe von 5 mg Valium intramuskulär, konnte die Narkose bei Bedarf vertieft und weitergeführt werden. Im allgemeinen wurde eine ausreichende Narkosetiefe und -dauer durch diese Medikation erreicht. Narkosezwischenfälle traten keine auf.

5.2.3 Operative Maßnahmen:

Acht Tiere standen zur Durchführung der operativen Maßnahmen zur Verfügung, wobei ein Tier als Kontrolltier zur Beurteilung der temporomandibulären Gelenkstrukturen diente. Bei sieben Tieren, fünf Affenmännchen und zwei Weibchen, wurden unter möglichst aseptischen Kautelen folgende Osteotomien zur Umstellung der Kiefergelenke durchgeführt.

Gruppe M: Simulation der Distalbißkorrektur durch vertikale Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes und medial-kraniale Rotation des gelenktragenden Fragmentes.

Bei den drei Versuchstieren der Gruppe M wurde von einem medialen submentalen-submandibulären, parallel zu den horizontalen Unterkieferästen gelegten Halsschnitt der horizontale

und der aufsteigende Unterkieferast beidseits bis zur incisura semilunaris mandibulae dargestellt. Eine vertikale, entsprechend der Abbildung (1,2) modifizierte Osteotomie wurde mit einer 0,1 mm starken rotierenden Säge unter ständiger Kühlung mit physiologischer Kochsalzlösung durchgeführt. Das dorsale gelenktragende Fragment wurde nach medial-kranial im Gelenk als Drehpunkt, um 30° rotiert und der lateralen Knochenfläche des aufsteigenden Unterkieferastes aufgelagert. Durch zwei Zugschrauben wurden die beiden Fragmente in dieser Lage funktionsstabil fixiert. Die Osteotomie erfolgte beidseitig. Die bestehende habituelle eugnathe zentrale Verzahnung wurde während der Osteotomie und der Verschraubung durch intermaxilläre Drahtligaturen gesichert. Unmittelbar postoperativ konnte die intermaxilläre Fixation gelöst werden, so daß für die Tiere bei funktionsstabiler Osteosynthese und unveränderter Okklusion eine normale Nahrungsaufnahme möglich war.

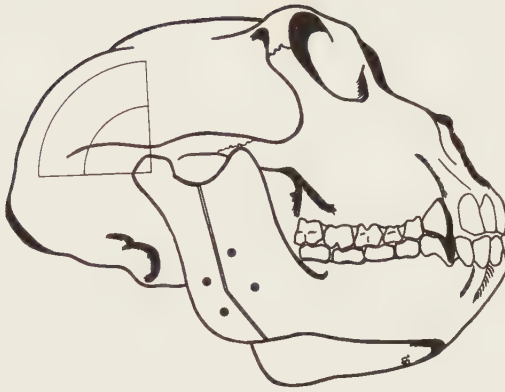


Abb. 1 : Vertikale Osteotomie des aufsteigenden UK-Astes.

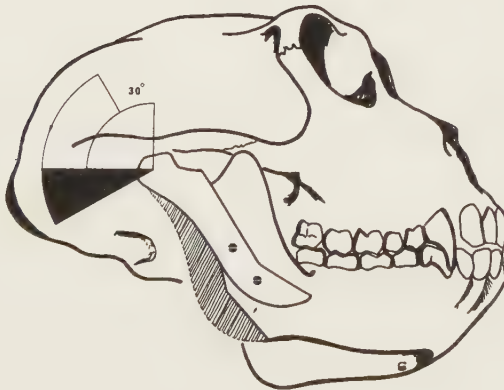


Abb. 2 : Rotation des gelenktragenden Fragmentes nach medial-cranial um 30°.

Gruppe D: Simulation der Korrektur einer mandibulären Prognathie durch vertikale Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes.

Bei zwei Tieren der Gruppe D wurde eine modifizierte Osteotomie, entsprechend der Abbildung (3,4) im aufsteigenden Unterkieferast durchgeführt, die eine dorsale Rotation des gelenktragenden Fragmentes mit Drehpunkt im Kiefergelenk erlaubte. Trotz der Dorsalrotation, die etwa 15° betrug, bestand noch die Möglichkeit einer funktionsstabilen Verschraubung am Hinterrand des aufsteigenden Unterkieferastes. Die zentrale Okklusion blieb ebenfalls unverändert. Der operative Vorgang war identisch mit dem Vorgehen bei den Tieren der Gruppe M.

Gruppe L: Simulation einer Torsionsbewegung des Kiefergelenkes nach lateral.

Eine Bewegung des gelenktragenden Fragmentes im Sinne einer Lateraltorsion wurde bei zwei Tieren der Gruppe L durchgeführt, analog dem Vorgehen bei der vertikalen Spaltung des aufsteigenden Unterkieferastes der Gruppe M. Zusätzlich wurde zwischen die anzulagernden Knochenflächen des aufsteigenden Unterkieferastes die am gelenktragenden Fragment entnommene untere Knochenlamelle interponiert (Abb. 5,6). Es entstand dadurch eine Lateraltorsion des gelenktragenden kleinen Fragmentes in Bezug auf die normale Stellung. Zwei Zugschrauben fixierten die Fragmente funktionsstabil. Die habi-

tuelle Okklusion blieb wie bei den vorher beschriebenen Operationen unverändert.

Die Operationswunden wurden in gleicher Weise bei allen Versuchstieren schichtweise durch Dexon^R und atraumatische Einzelknopfnähte dicht vernäht.

5.2.4 Postoperativer Heilungsverlauf und Dokumentation:

Unmittelbar postoperativ waren die Tiere in einem Einzelkäfig untergebracht. Über drei Tage wurde den Tieren ein Breitbandantibiotikum (Deripen^R) in Dosen von 3 g pro Tag intramuskulär verabreicht. Der Heilungsverlauf war komplikationslos, bei keinem der Tiere kam es zu einer Wundheilungsstörung.

Bereits am ersten postoperativen Tage nahmen die Tiere ihre gewohnte Nahrung wieder auf. Vereinzelt zeigten die Tiere über zwei bis drei Tage eine geringe Schonhaltung des Unterkiefers beim Kauakt.

Am Ende der Beobachtungszeit wurden die Tiere narkotisiert und durch Perfusion mit 250 ml, 2,5% Glutaraldehyd über die Arteria carotis getötet. In der Gruppe M war dies je ein Tier nach 90, 120 und 180 Tagen. In der Gruppe L wurde je ein Tier nach 90 und 180 Tagen eingeschläfert, ebenso in gleichen Zeitabständen die Tiere in der Gruppe D. Das Kontrolltier wurde nach Abschluß des Experimentes ebenfalls

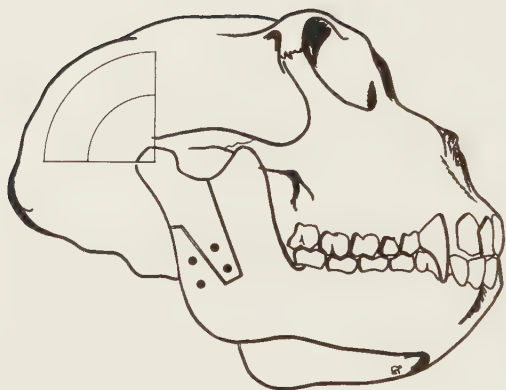
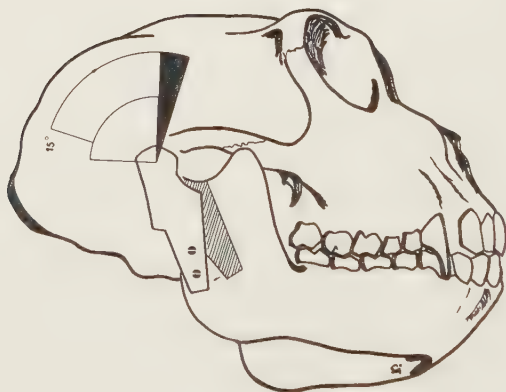


Abb. 3 : Vertikale Teilosteotomie des aufsteigenden UK-Astes.



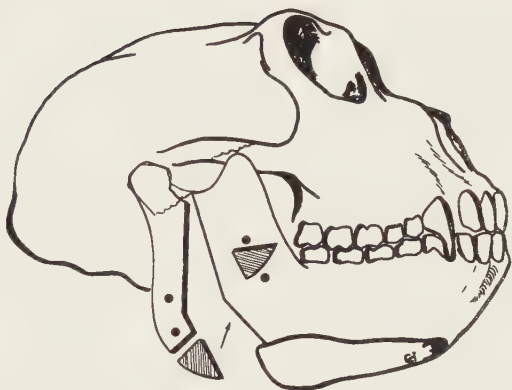


Abb. 5 : Vertikale Osteotomie des aufsteigenden UK-Astes.

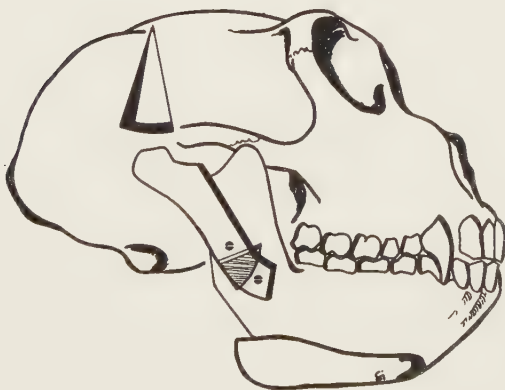


Abb. 6 : Rotation des gelenktragenden Fragmentes nach medial-cranial-lateral.

getötet. Die Köpfe der Tiere wurden abgetrennt und zunächst in der Median-Sagittalebene durchtrennt. Von den osteotomierten Unterkiefergelenkregionen wurden Röntgenbilder gefertigt mit Darstellung des gesamten Gelenkapparates (Abb. siehe Anhang). Bei den operierten Versuchstieren zeigte sich klinisch und röntgenologisch eine einwandfreie funktionsstabile knöcherne Konsolidierung der Fragmente im aufsteigenden Unterkieferast beidseits im Bereich der Osteotomiestellen.

5.2.5 Histologische Aufarbeitung:

Die Fixation der Schädelpräparate erfolgte in SCHAFFER'scher Lösung (ROMEIS 1974). Mit feinen Sägen wurde die gesamte Region des Kiefergelenkes aus dem Schädel herauspräpariert, so daß der temporomandibuläre Gelenkapparat in toto erhalten blieb. Insgesamt wurden 16 Gelenke untersucht (einschl. Kontrolltier). Zur Beurteilung der Kiefergelenksveränderungen nach den entsprechenden Umstellungsosteotomien wurden von den Gelenken Schnitte in zwei Ebenen hergestellt. Das rechte Kiefergelenk wurde in der Sagittalebene, das linke Kiefergelenk je Versuchstier in der Frontalebene geschnitten. Mit einer 0,1 mm dünnen Kreissäge wurden die Gelenkapparate unter ständiger Kühlung mit Eiswasser so durchtrennt, daß gleiche Anteile des Gelenkes für die unterschiedliche histologische

Verarbeitung zur Verfügung standen. Von allen Gelenken wurden pro Schnittebene unentkalkte und entkalkte histologische Schnitte hergestellt.

a) Nach Einbettung in Methylmetakrylat wurden mit dem Hartschnittmikrotom (Firma Jung.) nach der Methodik von HENTSCHKE und PESCH (1978) Schnittpräparate von den unentkalkten Gelenkanteilen angefertigt, mit Hämatoxylin-Eosin und nach MASSON-GOLDNER gefärbt.

b) Nach Entkalkung im Ultraschallbad mit 8%iger Ameisensäure, wurden die Gelenkanteile anschließend neutralisiert, gewässert und in Paraffin eingebettet.

Folgende Färbungen wurden angewandt: Hämatoxylin-Eosin, Masson-Goldner, Azan, van Gieson, Astrablau-PAS.
(HELL 1962, SCHENK 1965).

5.3 Ergebnisse:

5.3.1 Histologischer Aufbau des normalen Kiefergelenkes:

Bei den Versuchstieren handelte es sich um jungerwachsene Affen, bei denen beträchtliche Variationen der feingeweblichen Struktur des Kiefergelenkes physiologisch sind (MEIKLE u. ORTH 1970). Die Variationen betreffen insbesondere den Aufbau der Gelenkfläche des Kondylus. Diese zeigt im allgemeinen eine Schichtung in die folgenden fünf Zonen:

Zone I: Unmittelbar an den Gelenkspalt grenzt eine Bindegewebszone (STÖCKLI 1972), welche aus parallel gelagerten kollagenen Fasern besteht. Zwischen diesen mäßig viel gestreckte Fibrozyten.

Zone II: Unter der Bindegewebszone liegt eine sehr schmale Schicht aus dichtgelagerten kleinen Zellelementen ohne deutlich erkennbare Zellgrenzen. Die kleinen gestreckten hyperchromatischen Kerne sind parallel zum Verlauf der Gelenkoberfläche angeordnet. Diese Zone wird von STÖCKLI (1972) als "Zwischenzone" bezeichnet. Nach Untersuchungen von PLIESS (1974) über die embryonale Entwicklung des Extremitäten-Skeletts ist diese Schicht analog als das histologische und histochemisch indifferente Chondroblastem zu identifizieren, welches als "Muttergewebe" für die beiden folgenden Zonen (III und IV) fungiert.

KANOUSE et al. (1961) bezeichnen diese Schicht als Intermediärzone (intermediate Zone). Diese Autoren konnten mit 3H-Thymin-Markierung nachweisen, daß es sich bei dieser Schicht um die hochaktive Proliferationszone handelt.

Zone III: Die Chondroblastem-Zone geht ohne scharfe Grenze in Knorpelgewebe über, welches STÖCKLI (1972) als "hyaline Knorpelzone" zusammenfaßt. In Übereinstimmung mit KANOUSE et al. (1961) stellen wir aber fest, daß die "Knorpelzone"

sich in zwei verschiedene Schichten gliedert. Unmittelbar an die Chondroblastem-Zone grenzt eine Zone mit deutlicher Ausbildung einer hyalinen Grundsubstanz, welche sich bei der Astrablau-Färbung schwach bläulich anfärbt (Nachweis von sauren Mucopolysacchariden - sMps).

In der Grundsubstanz liegen unregelmäßig verstreut kleine Zellelemente mit einem chromatinreichen entrundeten Kern und einem aufgehellten Zytoplasma. KANOUSE et al. (1961) sprechen von einer "Zone of Differentiation and Intertitial Growth". An Anlehnung an die Untersuchungen von PLIESS (1974) handelt es sich bei dieser Schicht um die sogenannte Chondroblasten-Zone. Diese ergibt nach KANOUSE et al. (1961) keine bemerkenswerte Teilungsaktivität.

Zone IV: In dieser Zone erfolgt die Ausbildung mit zunehmender Reifung von Chondrozyten. Im Zytoplasma der Chondrozyten und in den perizellulären "Höfen" läßt sich histochemisch ein reichlicher Gehalt an sMps nachweisen. Diese Chondrozyten-Zone ergibt keine Teilungsaktivität (KANOUSE et al. 1961).

Zone V: Es handelt sich um die sogenannte Aufschließungs-Zone, in welcher das osteomedulläre Aufschließungsblastem (PLIESS 1974) in die Zellsäulen der Chondrozyten-Zone ein-

dringt. Zwischen den Resorptionsbuchten bleiben zungenförmig Reste der verkalkten Knorpelmatrix bestehen, in welche mehrere Reihen gereifter Chondrozyten eingeschlossen liegen. Am Rande der Knorpelmatrix-Bezirke wird durch Osteoblasten Osteoidsubstanz abgelagert. In dieser Zone zeigen insbesondere die Resorptionszellen autoradiographisch starke Teilungsaktivität (KANOUSE et al. 1961). Physiologischerweise finden sich auch in den nach der inferioren Richtung anschließenden mehr oder minder breiten Knochenbälkchen der Spongiosa einzeln oder in kleinen Gruppen angeordnete restingende Chondrozyten mit deutlichem Gehalt an sMps.

Die beschriebene Zonen-Schichtung der Gelenkfläche des K o n d y l u s zeigt im intermediären Drittel die deutlichste Ausprägung, insbesondere der Zonen III und IV. Diese Zonen nehmen an Dicke im Sagittalschnitt nach distal und mesial und im Frontalschnitt nach lateral und medial fortschreitend ab; sie fehlen an den Umschlagstellen der Kondylusoberfläche zum Kondylushals.

Der K o n d y l u s h a l s zeigt im Sagittalschnitt an der anterioren Kontur der Kompakta bereits physiologischerweise kleine Resorptionsbuchten und wird von einer zellreichen mäßig breiten Periostschicht überzogen. An dieser inserieren Fasern des M. pterygoideus lateralis. Die postero-

re Fläche des Kondylushalses ergibt im allgemeinen eine glatte Kontur der Kompakta-Oberfläche. Hier findet sich eine schmale, weniger zellreiche Periostschicht. Diese geht nach posterior in lockeres Bindegewebe über.

Im Frontalschnitt ergeben die laterale und mediale Fläche des Kondylushalses im allgemeinen eine glatte Knochenkontur und werden von mäßig zellreichem Periost überzogen.

Der D i s k u s ist im Sagittalschnitt im intermediären Drittel schmal und nimmt nach anterior deutlich an Dicke zu. Das anteriore Drittel ist dabei gestreckt und geht ohne scharfe Grenze in Muskelbündel des M. pterygoideus lateralis über. Das posteriore Drittel zeigt im Sagittalschnitt die größte Dicke und eine angedeutete dreieckige Form. Der Diskus besteht aus einem lockeren kollagenen Bindegewebe, durchsetzt von gestreckten Fibrozyten. Im Frontalschnitt zeigt der Diskus eine mehr gleichmäßige Dicke mit nur mäßiger Verschmälerung im intermediären Drittel.

Im s u p e r i o r e n G e l e n k wird die anteriore Fläche der Eminentia articularis von einer schmalen zellarmen Bindegewebsschicht überzogen. Der i n f e r i o r e Teil der Ementia zeigt einen breiteren Überzug mit unregelmäßig aufgebaute[m] Fasernorpelgewebe. Hier ist die Grenze

zur Knochenkompakta bereits physiologischerweise unregelmäßig gezackt. Die Kompakta ergibt teils lamelläre, teils Osteonen-Struktur.

In der *F o s s a g l e n o i d a l i s* wird der Gelenküberzug von einer schmalen zellarmen Bindegewebsschicht gebildet. Die Grenzlinie zur Kompakta ist im allgemeinen scharf. Die *S p i n a p o s t g l e n o i d a l i s* ist weitgehend scharf begrenzt und wird von einer schmalen zellreichen Periostschicht überzogen.

Der *K o n d y l u s h a l s* zeigt im Sagittalschnitt an der anterioren Kontur der Kompakta bereits physiologischerweise kleine Resorptionsbuchten und wird von einer zellreichen mäßig breiten Periostschicht überzogen. An dieser inserieren Fasern des *m.pterygoideus lateralis*. Die posteriore Fläche des Kondylushalses ergibt im allgemeinen eine glatte Kontur der Kompaktaoberfläche. Hier findet sich eine schmale weniger zellreiche Periostschicht. Diese geht nach posterior in lockeres Bindegewebe über.

Im Frontalschnitt ergeben die laterale und mediale Fläche des Kondylushalses im allgemeinen eine glatte Knochenkontur und werden von mäßig zellreichem Periost überzogen.

Die *p h y s i o l o g i s c h e G e l e n k s t e l l u n g* läßt sich in folgender Weise darstellen:

Im Sagittalschnitt korrespondiert das mesiale Drittel des Kondylus mit der *Eminentia articularis*. Das intermediäre und distale Drittel korrespondieren mit der *Fossa glenoidalis* und werden von dieser durch den dicken mesialen Diskusanteil getrennt.

5.3.2 Histologische Befunde bei den Versuchstieren:

5.3.2.1



Versuchstiergruppe M (medial-craniale
Rotation)

Tier Nr. 361 - 90 Versuchstage

Sagittalschnitt:

Die Gelenkstellung ist aus Abbildung 7 ersichtlich. Der Diskus ist auffallend zellarm; die Fasern sind weitgehend hyalinisiert.

Superiores Gelenk: Die verstrichene Eminentia articularis wird von einer breiten Faserknorpelschicht überzogen, in welche einzelne große Chondrozyten eingelagert sind. Die Kontur der Kompakta ist unregelmäßig; vereinzelt Resorptionsbuchten. In der äußeren Kompaktaschicht die Struktur des Geflechtknochens, häufig mit Einlagerung von einzeln oder in Gruppen angeordneten Chondrozyten. Diese enthalten sMps. In der Fossa glenoidalis neugebildete Knochentrabekel mit Osteoidsäumen. Die Trabekel sind parallel zum Verlauf der Kompakta angeordnet. Diese zeigt die Struktur des Geflechtknochens. Die Gelenkfläche wird hier zunächst von einer breiten zellarmen, darunter von einer zellreichen periostartigen Gewebsschicht gebildet.

An der anterioren Fläche und am inferioren Pol der *Spina postglenoidalis* eine breite unregelmäßig-trabekuläre Knochenappositionszone mit breiten Osteoid-Säumen an den Trabekeln (Abb. 8). Diese zeigen den Typ des Geflechtknochens mit zahlreichen Osteozyten. Die äußere Kontur der Appositionszone ist außerordentlich unregelmäßig, bedingt durch zahlreiche kleine und kleinste Resorptionsbuchten. In diesen liegt ein zellreiches periostales Gewebe.

Inferiores Gelenk: Im intermediären Drittel des *Kondylus* besteht ein breiter Gelenküberzug. Besonders breit ist die Bindegewebsschicht (Zone I) und die Chondroblastenschicht (Zone II). Deutliche Entwicklung der Zonen III - V. Nach dem mesialen bzw. distalen Drittel zu nimmt der Gelenküberzug an Dicke ab. Der nach inferior rotierte Abschnitt des mesialen Drittels liegt außerhalb des inferioren Gelenkspaltes und grenzt hier unmittelbar an den Bandapparat. An der mesialen und distalen Fläche des Kondylushalses ausgedehnte und tiefe Resorptionsbuchten mit weitgehender Zerstörung der Kortikalis. Distal liegen in den Resorptionsbuchten Osteoblasten, welche an den Resten der Kortikalis breite Osteoidsäume entwickelt haben.

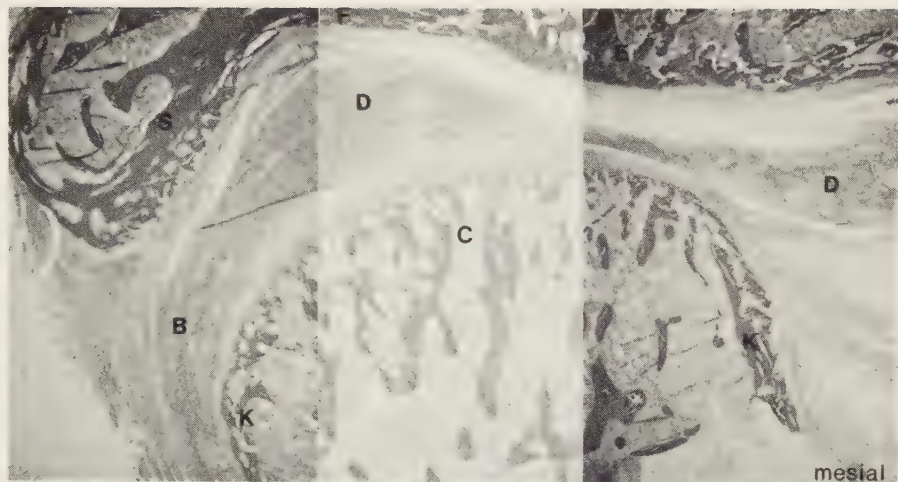


Abbildung 7: Gruppe M/Tier-Nr. 361 - 90 Versuchstage
Gelenkübersicht im Sagittalschnitt.

Der Kondylus (C) ist nach distal-inferior rotiert. Der mesiale Kondylusrand korrespondiert mit der tiefsten Stelle der Eminentia articularis (E). Das intermediäre Drittel steht teils gegenüber der Fossa glenoidalis (F), teils gegenüber der Spina postglenoidalis (S). Das distale Drittel grenzt an den distalen Bandapparat (B). Der mesiale Teil des Diskus (D) steht mesial vom Kondylus.

Die Eminentia articularis (E) ist beträchtlich verstrichen. Die Kortikalis (K) ist im distalen und mesialen Bereich des Kondylus-Halses stark rarefiziert.

(HE-Färbung. 30-fache Vergrößerung).

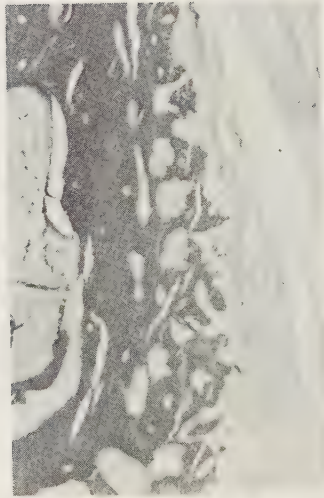


Abbildung 8: Gruppe M/Tier Nr. 361 - 90 Versuchstage
Stärkere Vergrößerung aus Abbildung 7: unregelmäßige
trabekuläre Knochenappositionszone an der Spina post-
glenoidalis.
(HE-Färbung. 125-fache Vergrößerung).

Frontalschnitt:

Superiores Gelenk: In räumlicher Beziehung zum medialen Drittel des Kondylus wird das superiore Gelenk von einer aufgelockerten Bindegewebsschicht überzogen. Die angrenzende Kortikalis zeigt trabekuläre Knochenstruktur mit breiten Osteoid-Säumen in den weiten Kanälchen. Korrespondierend mit dem intermediären Drittel des Kondylus wird die superiore Gelenkfläche von einer schmalen Bindegewebsschicht überzogen. Diese geht in Knorpelgewebe über, welches größtenteils dem Typ des hyalinen Knorpels entspricht, stellenweise mit säulenförmiger Anordnung der großen Chondrozyten. Diese ergeben mäßigen Gehalt an sMps. Die Grenze zwischen dem Knorpel und dem Geflechtknochen der Kortikalis ist unregelmäßig gezackt. In der Knochenmatrix liegen einige Chondrozyten eingeschlossen. In den zahlreichen Knanälchen des Geflechtknochens breite Osteoid-Säume.

Inferiores Gelenk: Der K o n d y l u s ergibt im intermediären Drittel einen breiten Überzug mit der Schichtung in 5 Zonen. Nach medial und lateral allmähliche Verschmälerung des Überzuges.

An der medialen Fläche des K o n d y l u s h a l s e s fortgeschrittener resorptiver und reparativer Umbau der Kortikalis in trabekulären Knochen. In den Markräumen breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten-Säume. Der äußere Kontur ist stark unregelmäßig und wird von einer breiten

zellreichen Periostschicht überzogen. An der lateralen Fläche schmales, mäßig zellreiches Periost mit Ausbildung von einigen kleinen Resorptionsbuchten an der Kortikalis.



Tier Nr. 360 - 120 Versuchstage

Sagittalschnitt:

Die Gelenkstellung entspricht weitgehend der beim Tier Nr. 361 (90 Versuchstage; Abb. 7).

Der D i s k u s ergibt Zonen mit Zellarmut und Hyalinisierung der Fasern.

Superiores Gelenk: Die E m i n e n t i a a r t i c u l a r i s ist hochgradig abgeflacht. Sie besteht aus Geflechtknochen und zeigt in den weniger zahlreich ausgebildeten und schmälere Kanälchen unterschiedlich breite Osteoid-Säume. Der Gelenküberzug ist hochgradig verbreitert und entspricht einem Faserknorpelgewebe mit kleinen Arealen vom Typus des hyalinen Knorpels. In diesen Zonen reichlicher Gehalt an sMps. Einschluß von Chondrozytengruppen in die äußere Schicht des Geflechtknochens.

In der F o s s a g l e n o i d a l i s hochgradige Knochenapposition im lamellären Typ, welche sich in eine breite Knochenappositionszone an der anterioren Fläche und am

inferioren Pol der Spina postglenoidalis fortsetzt. Hier auch einige Resorptionsbuchten sowie Entwicklung einer breiten zellreichen Periostschicht.

Inferiores Gelenk: Der K o n d y l u s zeigt einen beträchtlichen Umbau. Im intermediären Drittel eine breite ödematös aufgelockerte und ungeordnete Bindegewebszone (I). Die Zonen II - IV sind nur noch rudimentär ausgeprägt. Anstelle der Zone V (Resorptionszone) findet sich eine Knochenabschlußplatte vom Typus des Geflechtknochens mit weitgehender Vermauerung des primären Markraumes. In den noch erhaltenen Markräumen z.T. außerordentlich breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten-Säume. Das mesiale und distale Drittel der Kondylusoberfläche ist weitgehend in eine mäßig zellreiche Bindegewebsschicht umgebaut. Eine typische Zonen-Schichtung fehlt hier. Das Gewebe grenzt an eine Knochenabschlußplatte. Der inferiore Teil des distalen Kondylusdrittels ist völlig geschwunden und ersetzt durch lamellären Kortikalisknochen. An diesen schließt sich nach außen zu mäßig zellreiches Periost, kollagenes Bindegewebe und ein schmaler Synovialspalt an.

Der K o n d y l u s h a l s zeigt an der mesialen Fläche tiefe und breite Resorptionsbuchten des zellreichen Periosts, in welchen vielkernige Osteoklasten liegen. Nach inferior erfolgt der Übergang in eine außerordentlich breite Knochen-

appositionszone. Diese zeigt in den äußeren Schichten lamelläre Struktur, nach der Spongiosa zu angedeuteten Osteonenaufbau. In den Markräumen breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten-Säume. Der äußere Kontur der Appositionszone ist weitgehend glatt und wird von einem mäßig zellreichen mittelbreiten Periost überlagert. Die distale Fläche des Kondylushalses besteht aus spongiösem Knochen und zeigt an der Außenfläche unregelmäßigen Kontur durch Resorptionsbuchten, welche zellreiches Periostgewebe enthalten.

Frontalschnitt:

Superiores Gelenk: Der Aufbau entspricht weitgehend dem wie bei dem Tier Nr. 361 (90 Versuchstage).

Der D i s k u s ist zellarm und im intermediären Drittel weitgehend hyalinisiert.

Inferiores Gelenk: Der K o n d y l u s wird im intermediären Drittel nur von einer breiten zellarmen und z.T. hyalinisierten Bindegewebsschicht überzogen. Darunter eine knöcherne Abschlußplatte vom Geflechtknochen-Typus, ähnlich wie bei Tier Nr. 361. Lediglich im medialen und lateralen Drittel rudimentäre Reste der Zonen II und III.

An der medialen Fläche des K o n d y l u s h a l s e s eine breite Schicht von periostalem Resorptionsgewebe erkennbar. Die angrenzende schmale Kortikalis zeigt den Typ des Geflechtknochens mit zahlreichen Osteozyten und ergibt eine

relativ scharfe Kontur. Gleichartige Verhältnisse finden sich an der lateralen Fläche des Kondylushalses.



Tier Nr. 70 - 180 Versuchstage

Sagittalschnitt:

Die Gelenkstellung (Abb. 9) entspricht weitgehend der wie bei den Tieren Nr. 361, (90 Versuchstage) und 360 (120 Versuchstage); ebenso die Struktur des D i s k u s .

Superiores Gelenk: Der Befund ist analog wie bei dem Tier Nr. 360 (120 Versuchstage). An der stark verstrichenen E m i n e n t i a a r t i c u l a r i s erkennt man eine Zone mit Umbau der Kortikalis in Geflechtknochen. Hier Einschluß von Chondrozyten. Die Knochenappositionszone am inferioren Pol und an der anterioren Fläche der S p i n a p o s t g l e n o i d a l i s enthält nur noch wenige und englumige Kanälchen, welche z.T. aber noch von breiten Osteoblasten-Säumen umgeben sind.

Inferiores Gelenk: Es ist hochgradig umgebaut. Vom K o n - d y l u s ist nur noch das mesiale Drittel erhalten und wird von einer schmalen Bindegewebsschicht überzogen. Der mesiale Rand geht stumpfwinkelig in die stark rarefizierte

Kortikalis des Kondylushalses über, welche von einer schmalen zellarmen Periostschicht überzogen wird.

Das intermediäre und distale Drittel des Kondylus ist resorbiert und ersetzt durch trabekulären Knochen vom Spongiosa-Typ. Dieser wird von einer schmalen zellarmen Bindegewebsschicht überzogen, welche im ehemaligen Bereich des distalen Kondylus-Drittel in hyalines Bindegewebe und in den Bandapparat übergeht.

Frontalschnitt:

Superiores Gelenk: Der Aufbau entspricht dem wie bei Tier Nr. 361 (90 Versuchstage) und Nr. 360 (120 Versuchstage).

Inferiores Gelenk: Der K o n d y l u s wird von einer breiten Bindegewebsschicht überzogen. Diese ist im Grenzbe-
reich zum Gelenkspalt zellarm, hyalinisiert, stellenweise geringfügig aufgefasert. Unter dieser Schicht liegt eine zellreiche Bindegewebsschicht einer knöchernen Abschlußplatte auf. Im medialen Drittel geht die zellreiche Bindegewebsschicht stellenweise in ein Resorptionsgewebe über, welches die knöcherne Deckplatte zerstört und dadurch eine Kommunikation mit der darunterliegenden Spongiosa ausbildet.

Die mediale Fläche des K o n d y l u s h a l s e s besteht aus einer breiten Kortikalis mit lamellärer Struktur und weitgehend glatter Außenkontur. Hier eine schmale zellarme Periostschicht. Nach inferior eine trabekuläre Knochenappo-

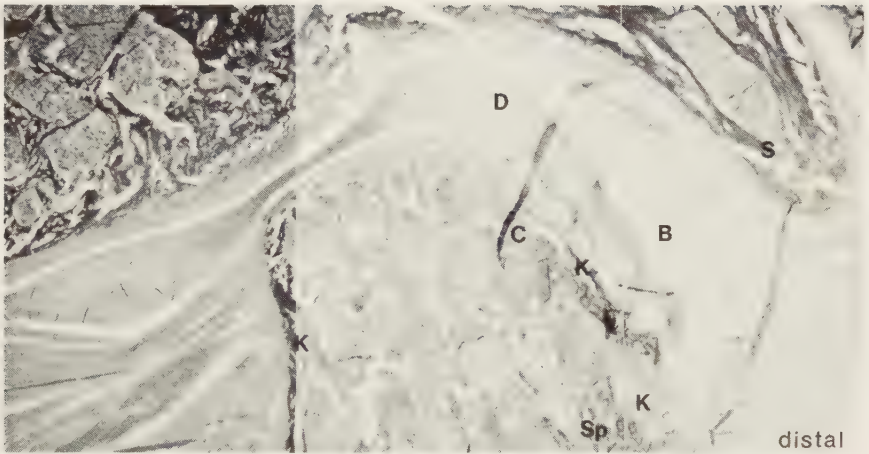


Abbildung 9: Gruppe M/Tier Nr. 70 - 180 Versuchstage

Gelenkübersicht im Sagittalschnitt. Die Gelenkstellung entspricht weitgehend der wie beim Tier Nr. 361 (Abb. 7). Das intermediäre und distale Drittel des Kondylus (C) ist weitgehend resorbiert. Hier findet sich nur eine sehr schmale knöcherne Abschlußplatte, welche intermediär an den dorsalen Abschnitt des Diskus (D), distal an den Bandapparat (B) angrenzt. Die Kortikalis der Spina postglenoidalis (S) ist etwas verdickt. Die Kortikalis des Kondylushalses (K) zeigt mesial starke Rarefizierung, distal totale Resorption. Hier findet sich an ihrer Stelle spongiöses Knochengewebe (Sp).

(Goldner-Färbung. 30-fache Vergrößerung).

sitionszone. Die weiten Markräume enthalten hier Fettmark, während die ursprüngliche Spongiosa außerordentlich reichlich blutbildendes Mark enthält. An der lateralen Fläche des K o n d y l u s h a l s e s eine durch kleine Resorptionsbuchten etwas unregelmäßig konturierte schmale Kortikalis, in welche die Spongiosatrabekel von superior nach inferior spitzwinklig einstrahlen. Schmale, zellarme Periostschicht. Nach inferior schließt sich eine Knochenappositionszone wie an der medialen Fläche an.

5.3.2.2



Versuchstiergruppe L (medial-laterale
Rotation)

Tier Nr. 2199 - 90 Versuchstage

Sagittalschnitt:

Die Gelenkstellung ist aus Abb. 10 ersichtlich.

Der D i s k u s zeigt im distalen und mesialen Drittel Zonen mit mäßiger Kernvermehrung. Die umliegenden Faserareale enthalten sMps. Im mittleren Drittel Hyalinisierung der Diskusfasern.

Superiores Gelenk: Die E m i n e n t i a a r t i c u l a r i s ist abgeflacht und besteht aus unregelmäßig aufgebautem Osteonknochen. Sie wird von einer breiten Faserknorpelschicht überzogen, herdförmig mit Einlagerung von großen Chondrozyten, welche z.T. beträchtlichen Gehalt an sMps zeigen. Die S p i n a

p o s t g l e n o i d a l i s ergibt eine Verbreiterung der Kortikalis. Im distalen Anteil des Gelenkraumes wird der Diskus stellenweise von einer verbreiterten und stark kapillarisierten Synovialmembran überzogen.

Inferiores Gelenk: Der K o n d y l u s wird lediglich im mesialen Drittel von einer breiten Zellschicht überzogen, welche stellenweise eine deutliche Entwicklung der 5 physiologischen Gelenkflächen-Zonen ergibt. In der Chondroblastem-, Chondroblasten- und Chondrozyten-Zone (II - IV) deutlicher Gehalt an sMps. Die Knorpelaufschließungszone (V) ist unregelmäßig ausgebildet. Das intermediäre und das distale Drittel der Kondylus-Oberfläche sind weitgehend resorbiert. Hier grenzt die Bindegewebsschicht unmittelbar an den spongiösen Knochen. Im intermediären Drittel Ausbildung eines zellreichen Resorptionsgewebes mit vielkernigen Osteoklasten.

Der K o n d y l u s h a l s wird an der mesialen Fläche von einer breiten zellreichen Periostschicht überzogen. Hier zeigt die Kortikalis an der Außenfläche tiefe Resorptionsbuchten, nach dem Markraum zu eine Verbreiterung vom Geflechtknochen-Typus. In diesem Bezirk ergeben die Osteozyten und ihre Höfe deutlichen Nachweis von sMps. In den Kanälchen des Geflechtknochens deutliche Osteoblasten-Säume. An der distalen Oberfläche des Kondylushalses eben-

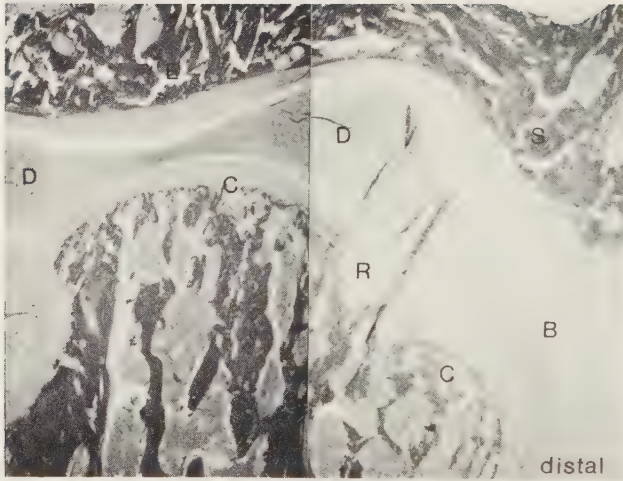


Abbildung 10: Gruppe L/Tier-Nr. 2199 - 90 Versuchstage
Gelenkübersicht im Sagittalschnitt. Die Gelenkstellung
entspricht weitgehend der wie bei der Gruppe M. Im inter-
mediären Drittel des Kondylus eine ausgedehnte Resorptions-
zone (R). Das distale Kondylus-Drittel grenzt an den
Bandapparat (B).

(Goldner-Färbung. 30-fache Vergrößerung).

falls ein breites zellreiches Periost mit Übergang in ein Resorptionsgewebe mit vielkernigen Osteoklasten sowie mit Ausbildung von Resorptionsbuchten.

Frontalschnitt:

Superiores Gelenk: Im medialen Drittel der Gelenkfläche eine breite Bindegewebszone, darunter eine schmale Faserknorpelzone und die Kortikalis. Im intermediären und lateralen Drittel eine beträchtliche Verbreiterung der Bindegewebsschicht mit Übergang in Faserknorpelgewebe. Die Kortikalis zeigt den Aufbau des Geflechtknochens mit Einlagerung von Chondrozyten und ergibt an der Oberfläche zahlreiche kleine Resorptionsbuchten.

Inferiores Gelenk: Am lateralen Rande des K o n d y l u s ist die Gelenkfläche durch Ausbildung eines Resorptionsgewebes mit vielkernigen Osteoklasten zerstört. Im intermediären und medialen Drittel ergibt die Gelenkfläche eine deutliche Ausbildung der Bindegewebszone (I), der Chondroblastem-Zone (II) sowie einer schmalen Chondroblasten- (III) und Chondrozyten-Zone (IV). Die Knorpelaufschließungszone ist nur noch angedeutet vorhanden, meist ersetzt durch eine Knochendeckplatte mit Einlagerung von degenerierenden bzw. atrophischen Chondrozyten. Der K o n d y l u s h a l s zeigt an der lateralen Fläche Entwicklung eines breiten zellreichen Periosts mit Übergang in ein Resorptionsgewebe

mit vielkernigen Osteoklasten. Weitgehender resorptiver Abbau der äußeren Kortikalisschicht. Damit korrespondieren breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten-Säume an der Innenschicht der Kortikalis und an den unmittelbar benachbarten Spongiosastrabekeln.



Tier Nr. 195 - 180 Versuchstage

Sagittalschnitt:

Die Gelenkstellung ist aus Abb. 11 ersichtlich.

Der D i s k u s ergibt in allen Abschnitten deutliche Verminderung des Zellgehalts und Hyalinisierungsbezirke. Das distale Drittel ist verformt und ödematös aufgelockert (Abb. 11).

Superiores Gelenk: Die E m i n e n t i a a r t i c u l a - r i s ist weitgehend verstrichen und wird von einer mäßig breiten Faserknorpelzone überzogen. Die Kompakta ergibt den Typ des Geflechtknochens und eine unregelmäßig gezackte Kontur. Die F o s s a g l e n o i d a l i s wird teils von Bindegewebe, teils von Faserknorpel überzogen. Die Kortikalis der S p i n a p o s t g l e n o i d a l i s ist verdickt. An der Oberfläche kleine Resorptionslakunen. In den Kanälchen der Kortikalis breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten-Säume.

Inferiores Gelenk: Der Gelenküberzug des K o n d y l u s ist abgeflacht und besteht im wesentlichen aus einer verbreiterten Bindegewebszone (I). Nur herdförmig noch Reste der Zonen II-IV. Die Knorpelaufschließungszone (V) ist sehr unregelmäßig ausgebildet. Die Trabekel der Primär-Spongiosa werden von sehr breiten Osteoid-Säumen und von mehr oder weniger deutlichen Osteoblasten-Säumen begrenzt. Die Oberfläche des distalen Drittels geht mit fließendem Übergang in den distalen Bandapparat über. Der K o n d y l u s h a l s zeigt an der distalen Fläche einen fließenden Übergang des bindegewebigen Kondylus-Überzuges in spongiösen Knochen, welcher die ursprüngliche Kortikalis ersetzt hat. Hier an den Trabekeln breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten-Säume. Am mesialen Rande des Kondylushalses hochgradige Verbreiterung der Kortikalis durch Geflechtknochen-Apposition.

Frontalschnitt:

Superiores Gelenk: Lateral eine breite zellarme Bindegewebs-schicht. Nach medial zu schiebt sich zwischen das Bindegewebe und die Kortikalis eine breite Zone vom Typus des Faserknorpels (Abb.12). Hier ergibt die Kortikalis den Aufbau des Geflechtknochens mit gezackter Kontur. In der Knochensubstanz einige atrophische Chondrozyten. In den Knochenkanälchen deutliche Osteoblasten-Säume und breite Osteoid-Zonen. Das mediale Drittel der Gelenkfläche wird teils von Bindegewebe, teils



Abbildung 11: Gruppe L/Tier-Nr. 195 - 180 Versuchstage
Gelenkübersicht im Sagittalschnitt. Der Kondylus (C) ist hochgradig nach distal-inferior rotiert. Seine Oberfläche verläuft nahezu parallel der distalen Kortikalis-Oberfläche (K). Die Achse des Kondylus bildet mit der Kortikalis-Oberfläche einen Winkel von fast 90° . Das distale Drittel des Diskus (D) ist abgeflacht, lang ausgezogen, ödematös aufgelockert.
Die Kortikalis des Kondylushalses (K) ist distal resorbiert und ersetzt durch spongiösen Knochen, mesial durch Geflechtknochen-Apposition hochgradig verdickt. Die Kortikalis der Spina postglenoidalis (S) ist stark verbreitert und besteht aus Geflechtknochen. Der ehemalige mesiale Rand des Kondylushalses (Ra) bildet mit der Achse der distalen Kortikalis einen Winkel von 90° .
(HE-Färbung. 30-fache Vergrößerung).

von Faserknorpel überzogen. Im übrigen gleicher Aufbau wie im intermediären Drittel.

Inferiores Gelenk: Im lateralen Bereich ist die Gelenkfläche und die darunter liegende Kortikalis des K o n d y l u s weitgehend zerstört durch Entwicklung eines breiten zellreichen Resorptionsgewebes. Im übrigen ist der Gelenküberzug unregelmäßig breit und besteht im wesentlichen aus Bindegewebe, welches nur stellenweise von Resten der Zonen II-III durchsetzt wird. Lediglich im intermediären Drittel ist eine deutliche und z.T. breite Chondrozyten-Zone entwickelt. Eine Knorpelaufschließungszone (V) findet sich angedeutet nur im intermediären Drittel; sie ist im übrigen ersetzt durch eine schmale knöcherne Deckplatte. Die angrenzenden Trabekel der Primär-Spongiosa sind unregelmäßig angeordnet, auffällig breit und werden von sehr breiten Osteoid- und deutlichen Osteoblasten-Säumen umgeben. Der K o n d y l u s h a l s zeigt an der lateralen Fläche Entwicklung einer breiten zellreichen Periostschicht mit unregelmäßigen Resorptionsbuchten an der Kortikalis. Diese sind aber teilweise von Osteoid-Säumen ausgefüllt. An der medialen Fläche eine schmale Schicht vom Typus des Resorptionsgewebes mit flachen Lakunen an der Kortikalis. Nach inferior schließt sich eine breite Kortikalis an. Dieser ist eine außerordentlich breite spongiöse Knochen-Appositionszone aufgelagert (Abb.13). Die Trabekel zeigen teils den Typus des Geflechtknochens, teils den des lamellären Knochens. Sie werden von breiten Osteoid- und deutlichen Osteoblasten-Säumen umgeben.

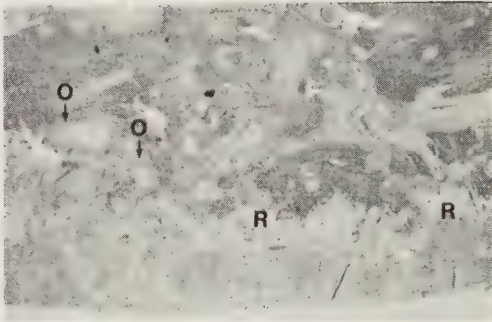


Abbildung 12: Gruppe L/Tier-Nr. 195 - 180 Versuchstage
Frontalschnitt. Superiore Gelenkfläche. Starke Verbreiterung
der Faserknorpelschicht mit hyalinen Knorpelgewebszonen.
Deutliche Resorptionsbuchten (R) an der Kortikalis. Umbau
der Kortikalis in Geflechtknochen mit deutlichen Osteoid-
säumen (O) in den Kortikaliskanälen.
(Goldner-Färbung. 125 -fache Vergrößerung).

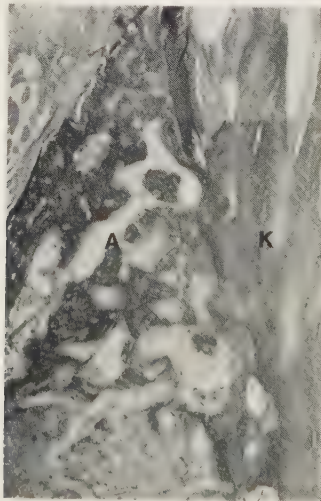


Abbildung 13: Gruppe L/Tier-Nr. 195 - 180 Versuchstage
Frontalschnitt. Hochgradige Knochenapposition (A) und starke
Verbreiterung der Kortikalis (K) an der distalen Fläche des
Condylushalses.
(Goldner-Färbung. 125 -fache Vergrößerung).

S.3.2.3



Versuchstiergruppe D (dorsale Rotation)

Tier Nr. 2662 - 90 Versuchstage

Sagittalschnitt:

Die Gelenkstellung ist in Abbildung 14 erkennbar.

Der stark nach mesial verschobene D i s k u s zeigt reichlich Zellgehalt. Im distalen und mesialen Drittel finden sich geschwollene Fibrozyten. Die angrenzenden Faserbezirke ergeben deutlichen Nachweis von sMps. Im intermediären Drittel Hyalinisierung einzelner Bindegewebsfasern.

Superiores Gelenk: Die E m i n e n t i a a r t i c u l a r i s ist stark abgeflacht und besteht aus Osteonenknochen. Dieser findet sich auch im mesialen Gelenkanteil, welcher mit dem mesialen Diskus- bzw. Kondylus-Drittel korrespondiert. Hier wird der Gelenkknochen von zellreichem Gewebe überzogen (Abb. 15), welches stellenweise eine deutliche Zonen-Schichtung (I-IV) zeigt, wie sie physiologischerweise am Kondylusüberzug besteht (Abb. 17). Dies gilt auch für den Nachweis von sMps. Die Eminentia wird von einer Faserknorpelschicht überzogen, stellenweise durchsetzt von kleinen Chondrozyten. Deutlicher Nachweis von sMps in der Grundsubstanz des Faserknorpels und im Zytoplasma der Chondrozyten. Die F o s s a g l e n o i d a l i s hat an Tie-

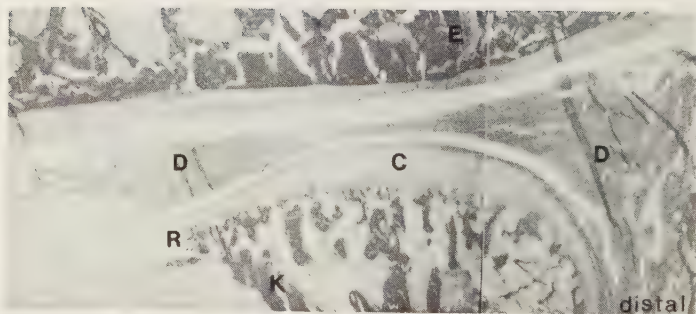


Abbildung 14: Gruppe D - Tier-Nr. 2662 - 90 Versuchstage
Gelenkübersicht im Sagittalschnitt. Die Kondylusachse ist nach mesial verschoben. Das intermediäre Drittel (C) korrespondiert mit dem mesialen Teil des superioren Gelenks vor der verstrichenen Eminentia articularis (E). Am mesialen Rande des Kondylus eine deutliche Resorptionszone (R). Unregelmäßiger Aufbau der Kortikalis (K) des Kondylushalses mit Resorptionsbuchten. Der Diskus (D) ist mit dem Kondylus nach mesial verschoben. Das distale Diskus-Drittel korrespondiert mit der Zone vor der abgeflachten Eminentia articularis.
(HE-Färbung. 30-fache Vergrößerung).

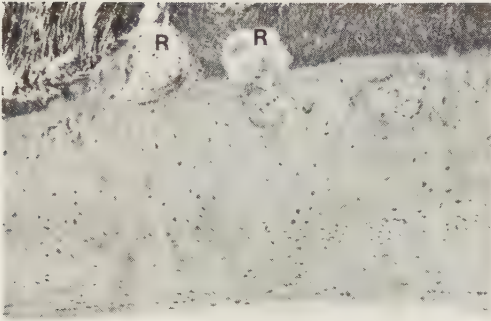


Abbildung 15: Gruppe D - Tier-Nr. 2662 - 90 Versuchstage
Sagittalschnitt. Superiore Gelenkfläche mesial von der
(verstrichenen) Eminentia articularis. Umwandlung des
Faserknorpels in hyalines Knorpelgewebe. Resorptionsbuchten
(R) an der Kortikalis.
(Goldner-Färbung. 160-fache Vergrößerung).

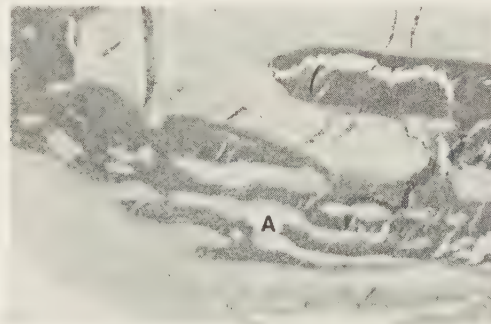


Abbildung 16: Gruppe D - Tier-Nr. 2662 - 90 Versuchstage
Sagittalschnitt. Trabekuläre Knochenapposition (A) in der
Fossa glenoidalis.
(HE-Färbung. 80-fache Vergrößerung).

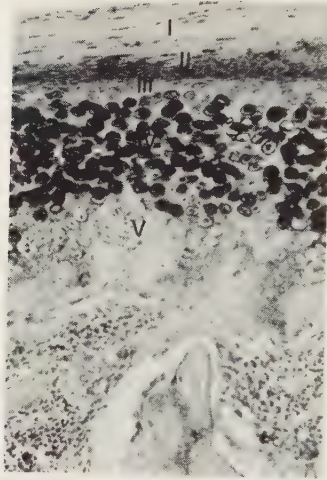


Abbildung 17: Gruppe D - Tier-Nr. 2662 - 90 Versuchstage
Sagittalschnitt. Gut erhaltene Struktur im intermediären
Drittel des Kondylus. Breite Bindegewebszone (I) und
Chondroblastenzone (II) mit sMps-Gehalt der Grundsubstanz.
Die Chondroblastenzone (III) ist angedeutet entwickelt.
Die Chondrozytenzone (IV) zeigt beträchtliche Breite und
reichlichen sMps-Gehalt in den Zellen. Die Aufschließungs-
zone (V) ist unregelmäßig ausgebildet.
(Astrablau-PAS-Färbung. 320-fache Vergrößerung).

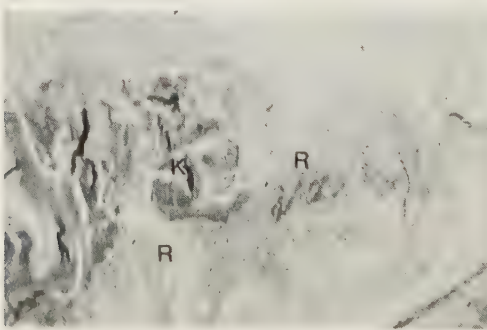


Abbildung 18: Gruppe D - Tier-Nr. 2662 - 90 Versuchstage
Sagittalschnitt. Ausgedehnte Resorption (R) des Knochen-
gewebes (K) am mesialen Kondylusrand. Der Kondylusüberzug
(C) ist in zellarmes Bindegewebe umgewandelt.
(Goldner-Färbung. 250-fache Vergrößerung).

fe deutlich abgenommen. Dies ist bedingt durch eine breite trabekuläre Knochen-Appositionszone (Abb. 16). Die Appositionszone wird überlagert von einer schmalen zellreichen Bindegewebsschicht. Die Fossa enthält Anteile des nach distal verschobenen distalen Diskus-Drittels.

An der Kortikalis der *Spina postglenoidalis* finden sich Resorptionsbuchten, ausgefüllt von einem zellreichen Resorptionsgewebe.

Inferiores Gelenk: Die Gelenkfläche des *Kondylus* ergibt unterschiedlichen Aufbau. Im intermediären Drittel ein breiter Gelenküberzug mit sehr deutlicher Zonen-Schichtung (Abb. 17). Im distalen Kondylus-Drittel wird die Zonen-Schichtung ungeordnet; insbesondere nimmt die Dicke der Chondrozyten-Zone (IV) stark ab. Am distalen Rande des Kondylus ist die Bindegewebszone (I) in ein Faserknorpelgewebe umgewandelt, welches deutlichen sMps-Gehalt ergibt. Am mesialen Kondylusrand geht die Bindegewebszone des Gelenküberzuges nach inferior in ein zellreiches Resorptionsgewebe über (Abb. 18), welches sich mit der Resorptionszone am Kondylushals verbindet und die Knochenstruktur weitgehend zerstört hat.

An der mesialen Fläche des Kondylushalses ein breites zellreiches Periost vom Typus des Resorptionsgewebes mit zahlreichen Osteoklasten. Nach inferior erfolgt der Übergang in

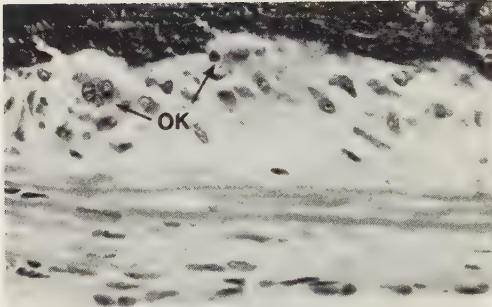


Abbildung 19: Gruppe D - Tier-Nr. 2662.- 9o Versuchstage
Frontalschnitt. Laterale Zone des superioren Gelenks.
Ödematöse Auflockerung sowie Ausbildung von Resorptions-
gewebe mit Osteoklasten (Ok).
(Goldner-Färbung. 125 -fache Vergrößerung).



Abbildung 2o: Gruppe D - Tier-Nr. 2662 - 9o Versuchstage
Frontalschnitt. Mediale Fläche des Condylushalses. Breite
Resorptionszone (R) der Kortikalis (K) mit breiten Osteoid-
Säumen (O) in den Kanälen.
(Goldner-Färbung. 800 -fache Vergrößerung).

eine breite Kompakta von lamellären Typ mit multiplen Resorptionsbuchten an der äußeren Kontur. Diese Buchten zeigen z.T. breite Osteoid-Säume. In der korrespondierenden Endost-Zone außerordentlich breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten Säume. An der distalen Fläche des Kondylushalses eine schmale Kortikalis vom Spongiosa-Typ. Dieser ist in breiten Schichten Osteod-Substanz aufgelagert, welche eine radiär gestellte spikuläre Kontur ergibt. Die Spikulal werden von Osteoblasten umsäumt. Nach außen zu schließt sich ein schmales zellreiches Periost an.

Frontalschnitt:

Superiores Gelenk: Die Gelenkfläche wird von einer breiten, mäßig zellreichen Bindegewebsschicht gebildet. An diese schließt sich eine breite Kortikalis vom Geflechtknochen-Typus an. In den weiten Kanälen breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten-Säume. Im lateralen Drittel der Gelenkfläche eine schmale ödematös aufgelockerte Bindegewebszone mit Übergang in ein Resorptionsgewebe, welches Osteoklasten enthält (Abb. 19) Geringe lakunäre Resorption an der Kortikalis.

Inferiores Gelenk: Im lateralen Kondylus-Drittel ein breiter Gelenküberzug mit deutlicher Zonenschichtung (I-V). Im intermediären Drittel Abnahme der Dicke und ungeordnete Schichtung des Gelenküberzuges. Im medialen

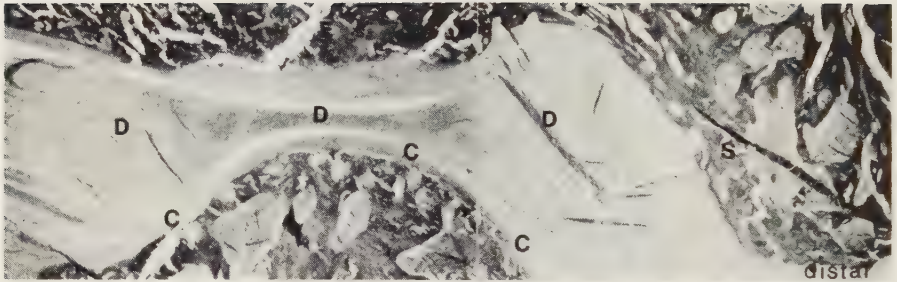


Abbildung 21: Gruppe D - Tier-Nr. 69 - 180 Versuchstage
Gelenkübersicht im Sagittalschnitt. Der Kondylus (C) ist nach mesial verschoben. Das intermediäre Kondylus-Drittel korrespondiert mit der distalen Fläche der verstrichenen Eminentia articularis (E). Beträchtliche Verbreiterung der Faserknorpelzone sowie Kortikalisumbau in diesem Bereich der Eminentia. Trabekuläre Knochenapposition in der Fossa glenoidalis (F) sowie an der Spina postglenoidalis (S). Der Diskus (D) zeigt im intermediären Drittel Hyalinisierung. (Goldner-Färbung. 30-fache Vergrößerung).

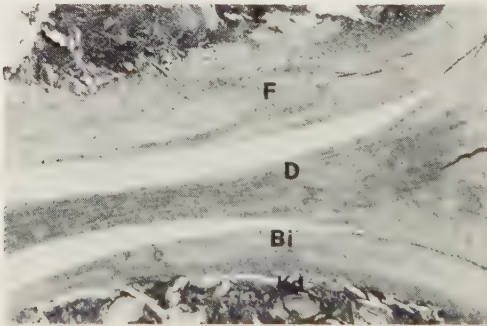


Abbildung 22: Gruppe D - Tier-Nr. 69 - 180 Versuchstage
Sagittalschnitt. Intermediärer Abschnitt des Kiefergelenks. Stärkere Vergrößerung aus Abbildung 21. Gelenkfläche des Kondylus umgebaut in Bindegewebe (Bi). Ausbildung einer knöchernen Deckplatte (Kd) unter dem Gelenküberzug. Starke Verbreiterung des Faserknorpels (F) an der superioren Gelenkfläche. Umbau der Kortikalis der Eminentia articularis (E) in Geflechtknochen. Ausgedehnte Hyalinisierung des Diskus (D). (Goldner-Färbung. 80-fache Vergrößerung).

Drittel eine mäßig breite Bindegewebsschicht. Darunter beginnende Ausbildung einer Knochenabschlußplatte mit Einlagerung von Chondrozyten.

Der Kondylushals wird lateral von einer deutlich entwickelten Kortikalis gebildet, welche von einer mäßig breiten Periostschicht überzogen wird. An der medialen Fläche eine starke Entwicklung von zellreichem Resorptionsgewebe mit tiefen Resorptionsbuchten an der Kortikalis; zahlreiche mehrkernige Osteoklasten. Die Kortikalis ist verbreitert, zeigt den Typ des Geflechtknochens und wird von weiten Kanälchen durchsetzt. In diesen breite Osteoid- und deutliche Osteoblasten Säume (Abb. 20).



Tier Nr. 69 - 180 Versuchstage

Sagittalschnitt:

Die Gelenkstellung geht aus Abb. 21 hervor. Sie entspricht weitgehend der bei Tier Nr. 2662 (90 Versuchstage; Abb.14).

Der D i s k u s zeigt im intermediären Drittel deutliche Hyalinisierung.

Superiores Gelenk: Die E m i n e n t i a a r t i c u l a r i s ist fast völlig verstrichen. Sie wird von einer breiten Schicht aus verkalktem Faserknorpel überzogen (Abb. 22). Darin vereinzelt

Chondrozyten-Bezirke. Die breite Kortikalis besteht aus Geflechtknochen mit engen Kanälchen. In der Fossa glenoidalis eine breite faserreiche Bindegewebsschicht, stellenweise etwas Faserknorpel. Die Kortikalis besteht in der Fossa glenoidalis und an der *S p i n a p o s t g l e n o i d a l i s* aus neugebildetem trabekulärem Knochengewebe.

I n f e r i o r e s G e l e n k :

Am Kondylus zeigt lediglich das intermediäre Drittel in einem kleinen Bezirk die typische Zonen-Schichtung (I - IV). Die Knorpelaufschließungszone (V) ist zurückgebildet und ersetzt durch eine knöcherne Abschlußplatte vom Geflechtknochentypus. Hier in den Kanälen deutliche Osteoid- und Osteoblasten-Säume. Das distale Kondylus-Drittel ist in der Höhe stark reduziert. Hier geht der z.T. noch geschichtete Gelenküberzug fließend nach inferior in eine breite zellreiche Periostschicht über. Das mesiale Kondylus-Drittel ist noch stärker reduziert als das distale und zeigt ähnliche histologische Struktur. Die distale Fläche des *K o n d y l u s h a l s e s* besteht aus einer breiten Kortikalisschicht vom Geflechtknochentypus, durchsetzt von schmalen Kanälen mit unterschiedlich breiten Osteoid-Säumen. Das zellreiche Periost bildet Resorptionslakunen an der Oberfläche der Kortikalis. Auch die mesiale Fläche des Kondylushalses wird von einem zellreichen breiten Periost überzogen, welches Resorptionslakunen an der Kortikalis

ausbildet. Diese besteht aus Geflechtknochen. In den Kanälen unterschiedlich breite Osteoid- und z.T. deutliche Osteoblasten-Säume.

Frontalschnitt:

S_u_p_e_r_i_o_r_e_s___G_e_l_e_n_k:

Im medialen und lateralen Bereich findet sich eine mäßig zellhaltige Bindegewebsschicht, im intermediären Drittel eine zellarme Faserknorpelschicht. Die Kortikalis besteht aus Geflechtknochen. In den schmalen Kanälen nur vereinzelt Osteoid-Säume. Die Kontur der Kortikalis ist unregelmäßig gezackt und enthält vereinzelt Resorptionsbuchten.

I_n_f_e_r_i_o_r_e_s___G_e_l_e_n_k:

Der Gelenküberzug des K o n d y l u s ergibt im allgemeinen eine deutliche Zonen-Schichtung (I - IV). Die Knorpelaufschließungszone ist im medialen Drittel ersetzt durch eine schmale knöcherne Abschlußplatte mit Einlagerung von zahlreichen Chondrozyten. Im intermediären und lateralen Drittel ist die Aufschließungszone noch angedeutet entwickelt.

Die laterale Fläche des K o n d y l u s h a l s e s besteht aus einer schmalen Kortikalis vom Geflechtknochentyp. Stellenweise Resorptionsbuchten. Schmale zellarme Periostschicht.

An der medialen Fläche des Kondylushalses eine breite Kortikalis vom Geflechtknochentypus mit unregelmäßig gezackter Kontur, überzogen von einem mäßig zellreichen Periost.

6. Diskussion:

6.1 Diskussion der klinischen Ergebnisse:

Viele Autoren haben über Nachuntersuchungen nach Kieferosteotomien zur Korrektur von Dysgnathien und Okklusion berichtet. Hierbei steht die Frage nach dem Rezidiv und neurologischen Komplikationen im Vordergrund. Es werden Rezidivquoten von 25 % bis 56 % angegeben, wobei als Rezidiv teils nur eine negative sagittale Frontzahnstufe, oder Kopfbiß und offener Biß berücksichtigt wurde (SCHMOKER et al 1976). Nach RIDELL et al. (1971) und REITZIK (1972) vergrößert sich die Rezidivquote bis zu 90 %, wenn man alle postoperativen Veränderungen hierbei berücksichtigt. Allein die Veränderung der durch die Operation eingestellten Okklusion wird bei nahezu 50 % aller operierten Patienten angegeben (EGYDI 1964, REICHENBACH et al. 1966, GUERNSEY u. de CHAMPLAIN 1971, BEHRMANN 1972, GRIMM u. BEITLICH 1973, BJÖRK u. ELIASSON 1971, SIMPSON 1974, FREIHOFFER u. PETRESEVIC 1975, PEPERSACK u. CHAUSSE 1978).

Die Häufigkeit von Sensibilitätsstörungen im Bereich des N. mentalis reicht in einer Größenordnung von 3 % (WANG et WAITE 1975) bei der vertikalen subkondylären Osteotomie des aufsteigenden Unterkieferastes bis zu 82 % bleibender Sensibilitätsstörungen bei der sagittalen Osteotomie des ramus ascendens entsprechend dem Vorgehen nach Obwegeser-Dal Pont (NIEDERDELLMANN u. DIECKMANN 1974). Die Frage nach dem Verhalten des Kiefergelenkes wird indessen nur gelegentlich erörtert und gewann erst in der neueren Literatur an Bedeutung, nicht zuletzt auf Grund neuer Möglichkeiten zur Fragmentfixation durch die funktionsstabile Verschraubung. (SPIESSL 1974). Ein wohl bekanntes Problem stellt die objektive klinische und röntgenologische Beurteilung des Kiefergelenkes dar. (AGERSBERG 1971, SITZMANN u. WINKLMAIR 1976, KUNDERT u. PALLA 1977). Die verhältnismäßig geringe Anzahl von Autoren, die das Kiefergelenk in ihre postoperativen Untersuchungsstudien mit einbezogen haben, sehen wider Erwarten keine

großen Probleme, wobei insbesondere die Verkehrsbewegungen des Unterkiefers und die Mundöffnungsbewegung im Bereich der Norm lagen. (KELSEY 1968, WANG u. WAITE 1975, ASTRAND u. ERIKSON 1974, FREIHOFFER u. PETRESEVIC 1975, PEPERSACK u. CHAUSSE 1978).

Diese Ergebnisse sind erstaunlich, da Störungen im temporomandibulären Gelenkbereich eigentlich zu erwarten wären, wenn man die Untersuchungen von FREIHOFFER (1977) und TUINZING u. SWART (1978) zur Positionsveränderung des Gelenkköpfchens nach sagittaler Spaltung des Unterkiefers mit den Befunden in Relation setzt.

Die wenigen radiologischen Untersuchungen über das Verhalten der Kiefergelenke nach operativer Korrektur von Dysgnathien hatten die Häufigkeit und das Ausmaß der kondylären Fehlstellung, die morphologischen Strukturveränderungen im temporomandibulären Gelenkbereich und die Normalisierung der Kondylenstellung nach erfolgter Fehleinstellung zum Ziel. Die radiologische Beantwortung dieser Frage sollte eine orthopantomographische sowie eine transkranielle Projektion ermöglichen (WARE u. TAYLOR 1968, ASTRAND u. RIDELL 1973, HOLLENDER u. RIDELL 1974). Daß dies nur bedingt mit radiologischen Techniken möglich ist, bringt zum einen die komplizierte topographisch-anatomische temporomandibuläre Gelenkregion mit sich, zum anderen die individuelle Variabilität des Kiefergelenkes selbst und die fragliche Reproduzierbarkeit der röntgenologischen Darstellung der Kiefergelenksregion in zeitlichen Abständen. Deshalb unterliegen die Ergebnisse über die Häufigkeit der postoperativen kondylären Verlagerung einer großen Schwankungsbreite, die von 13 % (FREIHOFFER u. PETRESEVIC 1975) bis 72 % der untersuchten Patienten variiert. (HOLLENDER u. RIDELL 1974). Die hauptsächlichsten Verlagerungen des Gelenkkopfes werden nach ventral-kaudal und nach dorsal-kranial angegeben. WARE und TAYLOR (1968), wie auch HOLLENDER u. RIDELL (1974) rechnetfertigen auf Grund ihrer radiologischen Studie, in einem

postoperativen Abstand von 1 Jahr, ihre Aussage, daß der dislozierte Gelenkkopf im Sinne der Normalisierung und Wiederherstellung der ursprünglichen Relation eine der präoperativen Stellung ähnliche Position einzunehmen versucht. Die anderen nehmen an, daß die Dis-traktion des Kondylus aus der Gelenkpfanne als Stimulus für eine kompensatorische Verlängerung wirkt, die als Antwort auf die geänderte Funktion anzusehen ist. Aufgrund unserer eigenen Untersuchungen kann dieser Hypothese jedoch nicht zugestimmt werden. In 40 % der von uns operierten und nachuntersuchten Patienten kam es zu einer Lageveränderung des Gelenkkopfes aus seiner ursprünglichen Position. Eine Änderung in Form der anatomisch-topographischen Anpassung ist in keinem der Fälle zwei Jahre postoperativ nachweisbar, wohl aber erkennt man eine funktionelle Anpassung, wenn man die Unterkieferexkursionsbewegungen als Maß zu Grunde legt.

Vielleicht lassen computertomographische Untersuchungen eine bessere Beurteilung der Kiefergelenksköpfe wie auch der Fragmentstellung nach kieferorthopädischen Operationen zu. Einen Ansatz dazu brachten erste Untersuchungen von BALAN und WEGNER (1978), weitere Erfahrungsberichte sind jedoch nicht veröffentlicht worden.

In der vorliegenden Untersuchung sollten Veränderungen im temporomandibulären Gelenkbereich bei Patienten festgestellt werden, die sich einem operativen Eingriff zur Korrektur einer Dysgnathie und der Okklusionsstörung unterzogen hatten. Der Vergleich der Ergebnisse entsprechend der Tabelle 3 zeigt, daß eine unterschiedliche Häufung in den einzelnen Befundgruppen auffällt. Den Gelenkgeräuschen wurde wohl von allen Autoren eine wesentliche Bedeutung beigemessen, wenngleich auch hier eine sehr unterschiedliche Häufung und Differenzierung, insbesondere im Vergleich zur Verlagerung der Kondylen oder

Tabelle 3

Kiefergelenkstörungen nach Osteotomien zur Korrektur von Dysgnathien und der Okklusion in % der untersuchten Patienten.

Befunde	↗	Verlagerung d. Kondylen	Röntgenologische Veränderungen	Gelenk- geräusche	Bewegungs- störungen	Beschwerden
Autor	↘					
EGYDI (1964)				15,8 (Kn)	2,6 (Öff)	
BERGNER (1971)			40	66,7 (Kn) ^{Aus} 59,9 (Rg) ^{Aus}	33,3 (Öff) 40,0 (Seit) 46,7 (Vor)	
SCHLEGEL (1974)				4,8 (Kn)		14,3
HOLLENDER/ RIDEHL (1974)		72				
FREIHOFFER/ PETRESEVIC		13	2,6	44,7 (Kn) 44,7 (Öff)	2,6 (Öff)	2,6
SCHMOKER et. al. (1976)				13,3 (Kn)		13,3
PEPERSACK/ CHAUSSE (1978)				16,4		
SITZMANN (1979)		43,6	7,6	(Kn) 57,6 (Rg) (Aus)	3,2 (Öff) (Seit) (Vor)	14,1 (Palp)
Kn = Knacken Rg = Reibegeräusch		Öff = Mundöffnung Seit = Seitenschub		Vor = Vorschub Palp = exorale Palpation Aus = Auskultation		

zu den Bewegungseinschränkungen auffallend ist. Es erhebt sich die Frage, welche Bedeutung dem Phänomen der Gelenkgeräusche eigentlich beizumessen ist, insbesondere deshalb, weil bei einem hohen Prozentsatz der Patienten mit Gelenkgeräuschen weder radiologische Veränderungen am temporomandibulären Gelenkapparat gefunden werden, noch diese mit Schmerzsensationen einhergehen.

In unserer Studie konnte in 57,6 % der untersuchten Patienten ein intermediäres oder terminales Gelenkgeräusch auskultatorisch objektiviert werden. Ein ähnliches Ergebnis mit 66 % teilt auch BERGNER (1971) mit. Dieses relativ häufige Auftreten von Gelenkgeräuschen ergibt sich einerseits durch die auskultatorische Untersuchungsmethode, die relativ leise Reibegeräusche erkennen läßt. Zum anderen zeigen Untersuchungen an 100 Probanden ohne Gelenkbeschwerden, die sporadisch in unserer Poliklinik auskultatorisch untersucht wurden, eine Häufigkeitsverteilung an Gelenkgeräuschen von 41 %. Auffällig ist die Zunahme der Druckempfindlichkeit der Gelenkregion und der Kaumuskulatur, insbesondere des M. pterygoideus medialis um 14 % postoperativ, bei objektiver Befunderhebung durch Palpation, wobei subjektiv nur 4,3 % spontan solche Beschwerden bei den Verkehrsbewegungen des Unterkiefers angeben. Eine ähnliche prozentuale Häufung mit 22 % teilt HOLLMANN (1976) mit.

Als häufigstes Symptom bei Kiefergelenksstörungen gibt HUPFAUF (1960) knackende Gelenkgeräusche an. Zahlenangaben über die Häufigkeit von Gelenkgeräuschen finden sich auch bei COPLAND (1960) mit 73 % und bei BÜTTGER (1956 u. 1960) und OSING (1960) bis zu 90 %. Nach AXHAUSEN (1931) ist das Kiefergelenkknacken keine Krankheit, sondern nur ein Krankheitssymptom, während EISENRING (1953) das Geräusch abhängig vom Ausmaß der Deformierung macht und nur als ein fakultatives Symptom der Gelenkerkrankung darstellt.

STEINHARDT (1957) hat versucht, die Geräuschformen nach kausal therapeutischen Möglichkeiten in drei Gruppen einzuteilen:

1. Knacken bei verkrampfter Kieferfunktion, wobei gewöhnlich keine objektiven klinischen oder röntgenologischen Befunde vorliegen.
2. Knacken, bei dem durch objektive Zahn- und Kieferbefunde die Funktionsstörung erklärt werden kann. Der radiologische Befund ist auch hier oft negativ.
3. Knacken, bei dem deutliche röntgenologische Veränderungen vorliegen.

Demnach erklärt sich nach den Folgerungen von STEINHARDT das Gelenkknacken als eine Folge funktioneller Bewegungsstörungen. Das Gelenkknacken wird ursächlich dem Diskus articularis zugeschrieben, wenn er durch Interferenzen im Okklusions- und Artikulationsbereich und durch unkoordinierte muskuläre Funktionen verändert ist. Ebenso können Randzackenbildungen am anterioren Anteil des Kondylus Grund für ein Gelenkknacken bei der Schließbewegung sein. Nach Untersuchungen von WEISKOPF (1964), der Patienten und Probanden zum statistischen Vergleich einer kymographischen, serientomographischen und dreidimensionalen Unterkieferbewegungsmessung unterzog, war die Häufigkeitsverteilung der aufgetretenen durch ein Phonogramm registrierten Gelenkgeräusche nicht signifikant. Demnach kann bei gleicher Häufigkeit im Auftreten von Gelenkgeräuschen bei gelenkgesunden Probanden und bei Patienten mit Kiefergelenksveränderungen dieses Phänomen kein typisches Zeichen für eine Erkrankung sein. Nach der Meinung von SCHWARTZ (1959) hat die muskuläre Fehlsteuerung mehr Einfluß auf das Gelenkknacken als eine Erkrankung der Kiefergelenke selbst.

Durch die Osteotomie und die damit ermöglichte neue Stellung und Form des Unterkiefers bzw. Oberkiefers wird das ausgeglichene Kräftespiel der Muskulatur gestört, das ursprüngliche Bewegungsmuster des Unterkiefers wird

geändert. Dabei wird nicht nur der Abstand zwischen Ursprung und Ansatz der Muskelfasern, sondern auch ihre Laufrichtung verändert. Hierbei ist neben der Kinn-Zungenbein-Mundboden-Muskulatur vorwiegend die Funktion des M. pterygoideus medialis bei der Osteotomie im aufsteigenden Ast des Unterkiefers betroffen. Dies hat tiefgreifende anatomische und somit auch funktionelle Veränderungen im mastikatorischen System zur Folge. MOYERS (1956), AHLGREN (1960) und BRILL et al. (1962) konnten experimentell den Beweis erbringen, daß Störungen der Muskel- und Gelenkfunktion auftreten, wenn die durch Bänder, Muskeln und Gelenke festgelegte Relation der Mandibula zum Schädel verändert wird.

Daß durch die operativen Veränderungen die adaptive Kapazität des neuromuskulären Systems voll beansprucht, wenn nicht überfordert wird, kann auch auf Grund der Gelenkbefunde festgestellt werden. Die geringsten Anforderungen an die Anpassungsfähigkeit stellt eine gute equilibrierte Okklusion. Eine schlechte Okklusion mit Primärkontakten oder sogenannten Balancekontakten, was nach BOCK (1974) die schwersten Störungen der Funktion mit sich bringt, wird als zusätzliche Belastung zu einer Dysfunktion führen und damit die postoperative Neuorientierung der Muskulatur ungünstig beeinflussen. Die in dieser Beziehung erhobenen Befunde unserer Untersuchung mögen dies bestätigen. Immerhin konnten bei 48 % der nachuntersuchten Patienten solche okklusale Interferenzen gefunden werden, wobei die sogenannten "Schmerzpatienten" in dieser Gruppe integriert sind.

Einige Autoren (BOCK 1968, 1974, WINZENBURG und BOCK 1971, HOLLMANN et al. 1976, PLATZ und FRIES 1976, BAUMANN und GATTINGER 1976, BAUMANN und MOSER 1977) sehen aus den Wechselbeziehungen Okklusion, Muskel- und Gelenkfunktion einerseits, Muskelfunktion und Rezidivgeschehen andererseits die Notwendigkeit gegeben, bei Osteotomien zur Korrektur

von Dysgnathien der Okklusion mehr Bedeutung beizumessen und diese Gesichtspunkte in die Vor- und Nachbehandlung zu integrieren. Zur genaueren Planung und zum präoperativen Okklusionsausgleich wird vor allem die schädelbezügliche Orientierung der Kiefermodelle gefordert. Die Diskrepanz zwischen präoperativer geplanter, gelenkorientierter Einstellung der Okklusion und der postoperativen, meist davon abweichenden Situation, wird allerdings nicht verkannt. Aus operationstechnischen Gründen ist eine idente Stellung der Kiefergelenksköpfchen praktisch nicht zu erzielen, insbesondere nicht bei der Fixation der Fragmente durch eine funktionsstabile Verschraubung, wodurch es aus anatomisch-formbedingter Gegebenheit einerseits und erheblichen Druckaufwendungen andererseits zur Verlagerung und Distorsion des Gelenksköpfchens kommen muß. Dies bestätigen die bereits erwähnten Modellversuche. Deshalb sollte eine präoperative Funktionsanalyse und ein Einschleifen der Okklusion, orientiert an den schädelbezüglich einartikulierten Modellen, die exakte intraoperative Einstellung des osteotomierten zahntragenden Fragmentes besser ermöglichen. Hierbei ist eine stabile Zentrik mit Vielpunktkontakt unter Erhaltung besonders der Arbeitshöcker das Ziel. Dabei spielt für die Stabilisierung der neuen Okklusion nicht so sehr die Tiefe des vertikalen Überbisses, als vielmehr die einwandfreie zentrale Okklusion in terminaler Scharnierachsenposition im Prämolaren- bzw. Molarenbereich die ausschlaggebende Rolle. (BOCK 1974, BAUMANN und MOSER 1976).

Die gnathologisch therapeutischen Maßnahmen der postoperativen Nachbehandlung sollten unter dem Aspekt erfolgen, die Okklusion zu verbessern und zu stabilisieren. Durch die postoperative Funktionsanalyse werden alle Störfaktoren in der Zentrik und Exzentrik erfaßt und können eliminiert werden. Nach ersten Angaben von BAUMANN und MOSER (1977) konnte die Rezidivquote durch gnathologische Maßnahmen stark gesenkt werden (auf 2,9 %), sowie funktionelle Störungen im stomatognathen System ausgeschaltet werden.

Will man die erhobenen Gelenkbefunde zu den Operationsmethoden, die bei den verschiedenen Dysgnathien zur Korrektur angewandt wurden, in Relation setzen, so läßt sich daraus keine Aussage über die Wertigkeit des Operationsverfahrens in Bezug auf das Gelenkverhalten machen. Auf Grund zu geringer Fallzahlen zum Zeitpunkt der Untersuchung konnten differenzierte aussagekräftige Befunde nach funktionsstabiler Verschraubung der Fragmente in dem abgesteckten Rahmen dieser Studie nicht bewertet werden.

Die zusammenfassende Bewertung aller subjektiven wie auch objektiv klinischen und radiologischen Kiefergelenksbefunde, die an dem untersuchten Krankengut mindestens 2 Jahre postoperativ erhoben werden konnten, sprechen für eine individuell unterschiedliche Adaptationsfähigkeit des temporomandibulären Gelenkapparates als Antwort auf die unterschiedlichen Eingriffe, welche logischerweise zu Veränderungen des gesamten stomatognathen Systems geführt haben.

6.2 Diskussion tierexperimenteller und histologischer Ergebnisse

Für die Beurteilung der histologischen Umbauvorgänge an den Kiefergelenken unserer Versuchstiere wäre eine Vergleichsmöglichkeit mit gleichaltrigen Kontrolltieren von Nutzen gewesen. Dies war aus äußeren Gründen nicht möglich. Bei dem zur Verfügung stehenden Kontrolltier handelte es sich um eine Äffin im Erwachsenenalter. Histologisch manifestierte sich das fortgeschrittene Lebensalter in einer hochgradigen Ossifizierung der Kondylus-Spongiosa und in einer totalen Fibrosierung des Kondylus-Überzuges. Vergleichsmöglichkeiten ergeben sich aber innerhalb des untersuchten Kollektivs der etwa gleichaltrigen Versuchstiere sowie mit den Literaturangaben (MEIKLE et al. 1970, JANZEN and BLUHER 1965, STÖCKLI 1972) über den physiologischen Aufbau der Kiefergelenke bei jungerwachsenen Affen.

6.2.1 Allgemeine histologische Umbaureaktionen der Gelenkstrukturen und ihre Entstehungsbedingungen

Auf der oben angegebenen Basis lassen sich bei unseren Versuchstieren die folgenden geweblichen Reaktionen des Kiefergelenks zusammenfassend darstellen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen den Ergebnissen an Sagittal- und Frontalschnitten. Außerdem sind die Entstehungsbedingungen der histologischen Umbauveränderungen in Beziehung zur Änderungen der Druckbelastung und der Zugspannung zu berücksichtigen.

a) Histologische Umbauveränderungen im Sagittalschnitt:

Der D i s k u s kann im mesialen und distalen Drittel mit einer Aktivierung und Vermehrung der Fibrozyten reagieren. Die Zellaktivierung ist gut erkennbar an dem Auftreten von kleinen Faserzonen mit deutlicher Astrablau-Färbung um die Fibrozyten. Mit der Astrablau-PAS-Färbung werden saure Mucopolysaccharide (sMps) nachgewiesen. Die Aktivierung und Vermehrung der Fibrozyten ist biologisch als A n p a s s u n g s p r o z e ß auf eine vermehrte Belastung des Diskus zu deuten. Der Befund findet sich bei den Tieren mit 90 Versuchstagen aus den Gruppen L und D.

Dagegen sind eine Zellverarmung des Diskus und eine Hyalinisierung seiner Fasern (Abb. 9,10,14,21,22) als r e g r e s s i v e R e a k t i o n auf vermehrte Belastung zu deuten. Dieser Befund ist im Sagittalschnitt am stärksten immer im intermediären Diskus-Drittel ausgeprägt.

Auffällig ist, daß bei keinem Versuchstier wesentliche Zerstörungen der histologischen Diskusstruktur zu beobachten sind. Die S y n o v i a l m e m b r a n reagiert bei einigen Tieren im mesialen oder distalen Drittel mit einer geringen Vermehrung der Deckzellschicht sowie mit Ödem und Hyperämie des Stratum subsynoviale. Der Befund ist aber insgesamt unbedeutend und zeigt keine konstanten Beziehungen zu der Art der Osteotomie.

Am s u p e r i o r e n G e l e n k manifestieren sich die folgenden Umbauvorgänge:

Der G e l e n k ü b e r z u g kann mit einer Verbreiterung der Bindegewebs- bzw. Faserknorpelschicht (*Eminentia articularis*) reagieren (Abb. 9,10,22). Als stärkergradige Reaktion auf vermehrte Belastung ist das Auftreten von geschwollenen Chondrozyten mit Gehalt an sMps bis zur Ausbildung von hyalinen Knorpelgewebszonen oder -säulen zu deuten (Abb. 12,15,22). Die Chondrozyten werden in die äußere Schicht der Knochenkortikalis eingemauert. Schließlich kann sich die Bindegewebsschicht zu einem Resorptionsgewebe mit Auftreten von vielkernigen Osteoklasten und mit Ausbildung von Resorptionslakunen transformieren (Abb. 19). Auch dieser Befund ist auf vermehrte Druckbelastung zurückzuführen. Die K n o c h e n k o r t i k a l i s des superioren Gelenks kann an der *Eminentia articularis* mit einem Umbau der physiologischen lamellären oder Osteonen-Struktur in den Typus des Geflechtknochens reagieren. Bei noch aktivem Umbau finden sich weite Kanäle mit deutlichen Osteoblasten- und breiten Osteoid-Säumen. Enge Kanäle mit fehlenden oder schmalen Osteoid-Säumen sprechen dafür, daß der Umbau weitgehend zum Abschluß gekommen ist. Die Ursache des Kortikalis-umbaues ist in einer g e s t e i g e r t e n D r u c k - b e l a s t u n g zu sehen.

In der F o s s a g l e n o i d a l i s kann eine trabekuläre K n o c h e n - A p p o s i t i o n auftreten; dabei ordnen sich die Knochenbälkchen parallel zum Verlauf der Fossa an. Dadurch kommt es zu einer Reduzierung der Grubentiefe. Dieser Befund ist als Reaktion auf eine verminderte Druckbelastung zu deuten.

Die S p i n a p o s t g l e n o i d a l i s zeigt im wesentlichen drei unterschiedliche Reaktionen:

Einerseits kann durch Umwandlung des Periosts in ein *R e s o r p t i o n s g e w e b e* eine lakunäre Resorption an der mesialen Fläche der Kortikalis auftreten, wobei vielkernige Osteoklasten kaum ausgebildet werden. Die Resorption ist kombiniert mit einem Umbau der Kortikalis in Geflechtknochen. Diese Befunde sind als Reaktion auf eine vermehrte Zugbelastung zu deuten. Andererseits kann an der mesialen Fläche bzw. am inferioren Pol der Spina postglenoidalis eine unregelmäßig-trabekulär strukturierte Knochen-A p p o s i t i o n s z o n e ausgebildet werden. Dieser Befund ist weitgehend identisch mit der Apposition in der Fossa glenoidalis und spricht für eine Verminderung der physiologischen Druckbelastung.

Schließlich wird eine Abnahme des *K n o c h e n - D u r c h m e s s e r s* (Atrophie) beobachtet, welche wahrscheinlich auf eine Aufhebung der physiologischen Druckbelastung zurückzuführen ist.

Die Reaktionen des *K o n d y l u s* stehen in besonders enger Beziehung zur Gelenkfunktion. Für die Aufrechterhaltung der Regenerationsfähigkeit in der Chondroblastem-Zone (II) und damit der physiologischen histologischen Struktur des Gelenküberzuges ist bei jungerwachsenen Tieren die physiologische Druckbelastung des Kondylus erforderlich. Die Breite und typische Zonen-Schichtung (I - V) ist normalerweise im intermediären Kondylus-Drittel am deutlichsten ausgeprägt. Dies spricht dafür, daß hier die physiologische Druckbelastung am stärksten ist. Die Breite des Gelenküberzuges und die Zonen-schichtung nimmt nach den Rändern des distalen und mesialen Drittels fortschreitend ab, offenbar in Korrelation zur verminderten physiologischen Druckbelastung dieser Kondylus-bezirke.

Als pathologische Reaktionen des Kondylus sind die folgenden Befunde zu bewerten:

Eine Verbreiterung und deutliche Zonen-Schichtung mit Nachweis von sMps (Zonen II - IV) im distalen oder mesialen Kondylus-Drittel verweist darauf, daß sich die physiologische Druckbelastung auf diese Zonen konzentriert, welche damit zu Hauptträgern der Artikulation geworden sind. Daraus läßt sich auf entsprechende Dislokationen des Kondylus schließen.

Eine Verschrämlerung oder ein Schwund der Chondroblastenzone (II) bzw. der Chondroblasten-Zone (III) ist korreliert mit gleichartiger Reaktion der Chondrozytenzone (IV), verbunden mit einer beträchtlichen Abnahme des sMps-Gehalts, sowie mit einem Ersatz der Knorpelaufschließungszone (V) durch eine knöcherne Deckplatte. Tritt dieser Befund am intermediären Kondylus-Drittel auf, spricht dies für eine Abnahme der physiologischen Druckbelastung und damit für eine Dislokation des Kondylus.

Wenn der Gelenküberzug nur noch aus einer Bindegewebsschicht ohne Andeutung einer Zonen-Schichtung besteht, ist entweder auf eine Aufhebung der physiologischen Druckbelastung, oder auf eine Atrophie des Gelenküberzuges durch stark vermehrte Druckbelastung zu schließen. An diesen Stellen bildet sich eine deutliche knöcherne Abschlußplatte unter dem Gelenküberzug (Abb. 9,22).

Schließlich kann sich der Gelenküberzug in ein zellreiches Resorptionsgewebe transformieren (Abb. 10). Aus unseren Befunden ist ein eindeutiger Rückschluß auf die Entstehungsbedingungen dieser Reaktion nicht möglich. Die Kortikalis, die sich unmittelbar inferior an den mesialen und distalen Rand des Kondylusüberzuges anschließt, gehört

noch nicht zum Kondylushals sondern steht in enger biologischer Beziehung zur Knorpelaufschließungszone bzw. zur Zone der Primärspungiosa des Kondylus. Diese Kortikalis-Zone kann man als "p e r i k o n d y l ä r e K o r t i - k a l i s m a n s c h e t t e" bezeichnen, welche auch eine enge räumliche und damit sicherlich enge funktionelle Beziehung (Ernährung !) zum Synovialspace besitzt. Die biologische Sonderstellung der perikondylären Kortikalismanschette läßt sich aus embryogenetischer Sicht begründen (PLIESS 1974). Sie ist besonders anfällig gegen Änderungen der physiologischen Gelenkfunktion und reagiert leicht mit einer Transformation des Periosts in ein zellreiches R e - s o r p t i o n s g e w e b e , welches die Kortikalis und angrenzende Spungiosa-Trabekel unter dem distalen und mesialen Rand des Kondylusüberzuges unterminierend abbaut (Abb. 10,14,18).

Die Entstehungsbedingungen dieser Reaktion sind sicherlich komplex. Neben Änderungen in der Druckbelastung des Kondylus sind auch eine veränderte Zugspannung durch den m.pterygoideus lateralis am mesialen Kondylusrand bzw. des Bandapparates am distalen Rand zu berücksichtigen. Bei mesialer oder distaler Verschiebung des Kondylus oder bei Rotation des Kondylus um die Transversalachse können auch Veränderungen der Durchblutung bzw. Durchsaftung der perikondylären Kortikalismanschette auftreten. Dies dürfte besonders dann der Fall sein, wenn bei starker distal-inferiöser Rotation der räumliche Kontakt zwischen dem distalen Kondylus-Drittel und dem distal-inferiören Synovialspace unterbrochen wird. Die Kortikalis des K o n d y l u s h a l s e s , welche sich nach inferior an die perikondyläre Kortikalismanschette

anschließt, zeigt die folgenden Reaktionsmöglichkeiten:
Unter dem Gesichtspunkt der Erhaltung der statischen Funktion der Kortikalis manifestiert sich der stärkste Grad des Umbaus in einer totalen K o r t i k a l i s - R e s o r p - t i o n ohne kompensierende Knochenapposition an der Endostseite. Dadurch grenzen die Trabekel der Sekundärspangiosa unmittelbar an das Periost und übernehmen die statische Funktion der resorbierten Kortikalis (Abb. 9). Als mittelgradige pathologische Reaktion ist unter dem genannten Gesichtspunkt eine k o m b i n i e r t e R e s o r p t i o n - A p p o s i t i o n anzusehen. Dabei kompensiert das Endost durch Entwicklung von Geflechtknochen mit breiten Osteoid- und deutlichen Osteoblasten-Säumen in den Knochenkanälen mehr oder weniger ausreichend den periostalen resorptiven Abbau der Kortikalis. Auch an den angrenzenden Trabekeln der Spangiosa kann eine deutliche Osteoid-Osteoblasten-Reaktion entwickelt sein (Abb. 2o). Die statisch günstigste Kortikalisreaktion manifestiert sich in einer irregulär-trabekulären p e r i o s t a l e n K n o c h e n - A p p o s i t i o n, die beträchtliche Dicke erreichen kann. Während der aktiven Phase der Apposition besteht eine deutliche Osteoid-Osteoblasten-Reaktion an unregelmäßig-geflechtartig angeordneten Trabekeln, zwischen denen weite Markräume liegen (Abb. 13). Die Osteozyten in den neugebildeten Trabekeln ergeben deutlichen Nachweis von sMps im Zytoplasma. Mit fortschreitender Inaktivierung der Knochenapposition erfolgt vom Endost aus ein Umbau in Geflechtknochen mit schmalen Kanälen, in denen nur noch vereinzelte und schmale Osteoidsäume ausgebildet sind. Die Osteozyten in der Geflechtknochenmatrix ergeben keinen oder nur schwachen Nachweis von sMps. Die durch Apposition neugebildete Geflechtknochen-Kortikalis kann durch sekundäre periostale Resorptionsbuchten unregelmäßig konturiert sein (Abb. 1o, 11, 2o).

Die Entstehungsbedingungen der Kortikalis-Reaktionen am Kondylushals dürften in erster Linie in Änderungen der Zugspannung des Periosts in Relation zu dem hier inserierenden Muskel-Band-Apparat zu suchen sein.

Die t o t a l e R e s o r p t i o n ist wahrscheinlich durch eine Aufhebung der Kondylus-"Fixierung" im Gelenk bedingt ("Schlotter-Gelenk"), so daß die "Fixierung" weitgehend durch die Interaktion des Muskel-Band-Apparates übernommen werden muß. Daraus resultiert eine permanente beträchtliche Verstärkung der Zugspannung im Periost. Die Entstehungsgrundlage der k o m b i n i e r t e n R e s o r p t i o n - A p p o s i t i o n dürfte eine mäßige Erhöhung der periostalen Zugspannung sein, bedingt durch eine mangelhafte "Fixierung" des Kondylus im Gelenk. Die Ausbildung einer p e r i o s t a l e n K n o c h e n - A p p o s i t i o n spricht für eine Verminderung der physiologischen Zugspannung des Periosts und verweist auf eine Abnahme der Kondylus-Beweglichkeit im Gelenk.

b) Histologische Umbauveränderungen im Frontalschnitt

Bei der Besprechung der histologischen Veränderungen ist zu berücksichtigen, daß die Richtung der Sägeschnitte nicht eindeutig festgelegt werden konnte. In den Schnittpräparaten zeigt sich, daß die Schnittführung bei fast allen Tieren durch den distalen Anteil verläuft, in welchem der dicke Bezirk des Diskus lokalisiert ist.

Die pathologischen Reaktionen sind denen an den Sagittalschnitten qualitativ analog, aber quantitativ weitaus weniger deutlich ausgeprägt.

Der D i s k u s zeigt, analog dem dicken distalen Drittel im Sagittalschnitt, nur geringe Veränderungen in Form von

ödematöser Auflockerung, Verminderung des Zellgehalts und vereinzelt Hyalinisierung der Fasern.

Am superioren Gelenk treten auf:

Verbreiterung der Faserknorpelschicht,
Ausbildung von hyalinen Knorpelzonen im Faserknorpel,
Transformation der Bindegewebsschicht in Resorptions-
gewebe mit Auftreten von vielkernigen Osteoklasten,
Umbau der Kortikalis in Geflechtknochen.

Am inferioren Gelenk kann der Kondylus mit den folgenden Befunden reagieren:

Verbreiterung des Gelenküberzuges mit mehr oder
weniger deutlicher Zonen-Schichtung (I - V),
Fibröse Transformation des Gelenküberzuges,
Ausbildung einer knöchernen Deckplatte.

Der K o n d y l u s h a l s zeigt

Kortikalis-Resorption ohne kompensatorische
Apposition,
kombinierte Resorption-Apposition,
periostale Knochen-Apposition.

Die Entstehung dieser Reaktionen beruht offensichtlich auf Änderungen der physiologischen Druck- und Zugspannungen. Die Art und Lokalisation der pathologischen Veränderungen erlauben Rückschlüsse auf die Art der zugrundeliegenden Störung der Gelenkfunktion.

6.2.2 Spezielle histologische Umbaureaktionen in den Versuchsgruppen und ihre Entstehungsbedingungen

Auf der Grundlage der im Abschnitt 6.2.1 dargelegten pathologischen Reaktionsformen des Kiefergelenks und ihrer Beziehung zu pathologischen Änderungen der Gelenkfunktion können die histologischen Ergebnisse bei den drei Versuchsgruppen zusammenfassend dargestellt und Funktionsänderungen des Gelenks zugeordnet werden.

6.2.2.1 Gruppe M: medial - kraniale Rotation

Bei allen drei Versuchstieren besteht im *Sagittalschnitt* eine beträchtliche Rotation des Kondylus um die Transversalachse nach distal-inferior, wodurch zugleich eine Mesialverschiebung des gesamten Kondylus bedingt wird.

Am superioren Gelenk ist die *Eminentia articularis* bereits nach 90 Versuchstagen deutlich abgeflacht und in Geflechtknochen umgebaut. Sie wird von einer Faserknorpelschicht überzogen, die sich mit zunehmender Versuchsdauer beträchtlich verbreitert. Nach 90 und 180 Versuchstagen enthält die Faserknorpelschicht hyaline Knorpelgewebszonen.

Die Tiefe der *Fossa glenoidalis* wird durch trabekuläre Knochenapposition vermindert. Dieser Befund verstärkt sich mit zunehmender Versuchsdauer. Die *Spina postglenoidalis* zeigt eine unterschiedliche Reaktion. Nach 90 und 120 Versuchstagen besteht eine deutliche spikuläre Apposition an der mesialen Fläche und am inferioren Pol, aufgelagert auf eine kompakte Kortikalis. Nach 180 Versuchstagen ist die Appositionszone weitgehend in lamellären oder Geflechtknochen umgewandelt. Beim Vergleich von Abbildung 7 mit Abbildung 9 wird eine Abnahme des transversalen Knochendurchmessers deutlich. Die Befunde an der *Spina postglenoidalis* korrelieren sich mit einer zunehmenden Verbreiterung der Zone des distalen Bandapparates. Der Durchmesser dieser Zone ist bei dem Tier nach 180 Versuchstagen fast doppelt so groß wie bei dem Tier nach 90 Versuchstagen (vergl. hierzu die Umbauveränderungen am Kondylus).

Der K o n d y l u s zeigt bei allen drei Tieren eine Erhaltung des mesialen Drittels. Das intermediäre Drittel ist nach 90 und 120 Versuchstagen noch deutlich erhalten, ergibt aber eine Verminderung der Dicke sowie Aufhebung der Zonen-Schichtung des Gelenküberzuges. Nach 180 Versuchstagen ist dieser Kondylusbereich atrophiert und ersetzt durch trabekulären Spongiosaknochen, überzogen von einer schmalen Bindegewebsschicht. Das distale Kondylus-Drittel zeigt nach 120 Versuchstagen deutlichen Abbau und ist nach 180 Versuchstagen völlig geschwunden. Dadurch kommt es zu der oben erwähnten starken Verbreiterung der Zone des distalen Bandapparates. Die Knorpelaufschließungszone (V) ist nach 120 bzw. 180 Versuchstagen geschwunden und ersetzt durch eine schmale, unregelmäßig ausgebildete knöcherne Abschlußplatte. Die perikondyläre Kortikalismanschette und die Kortikalis des K o n d y l u s h a l s e s zeigen bereits nach 90 Tagen Rarefifikation durch ein periostales Resorptionsgewebe, so daß bei allen drei Tieren eine Pseudokortikalis vom Typus des Spongiosaknochens besteht (Typus der totalen Kortikalis-Resorption). Der D i s k u s liegt bei allen drei Tieren distal vom Kondylus und zeigt bereits nach 90 Versuchstagen eine Zellverarmung und Hyalinisierung der Fasern, insbesondere im intermediären Drittel.

Im F r o n t a l s c h n i t t ergeben sich die folgenden Befunde:

Das superiore Gelenk zeigt bei allen drei Tieren weitgehend gleichartige Struktur. Der Gelenküberzug besteht im medialen und lateralen Drittel aus einer unterschiedlich breiten, mäßig zellhaltigen Bindegewebsschicht. Das intermediäre Drittel wird von einer breiten Faserknorpelschicht überzogen, in der verstreut hyaline Knorpelgewebsschichten auftreten. Diese bilden bei dem Tier mit 90 Versuchstagen stellenweise Säulenformationen.

Der K o n d y l u s ergibt mit Verlängerung der Versuchsdauer graduell zunehmende Veränderungen. Nach 90 Versuchstagen findet sich im intermediären Drittel ein breiter Gelenküberzug mit deutlicher Zonen-Schichtung (I - V). Der Überzug nimmt nach medial und lateral an Dicke ab und transformiert sich dabei zu Bindegewebe mit Aufhebung der Zonen-Schichtung. Nach 120 und 180 Versuchstagen besteht in allen Abschnitten des Kondylus ein schmaler Bindegewebsüberzug über einer knöchernen Abschlußplatte vom Typus des Geflechtknochens. Das Tier mit 180 Versuchstagen zeigt an der Oberfläche des mesialen Kondylus-Drittel eine breite Resorptionszone mit Zerstörung der Knochenabschlußplatte und der angrenzenden Spongiosa-Bälkchen. Die perikondyläre Kortikalismanschette und die Kortikalis am K o n d y l u s h a l s zeigen lateral bei den Versuchstieren nach 90 und 180 Tagen keinen wesentlichen Umbau. An der medialen Fläche findet sich nach 90 und 120 Tagen ein ausgeprägter kombinierter resorptiv-appositioneller Umbau der Kortikalis in Geflechtknochen, welcher bei dem Tier nach 120 Versuchstagen auch lateral ausgeprägt ist. Nach 180 Tagen ist der appositionelle Umbau zum Stillstand gekommen und hat zur Ausbildung einer breiten medialen lamellären Kortikalis geführt. Aus dieser z u s a m m e n f a s s e n d e n Ü b e r - s i c h t über die histologischen Gelenkveränderungen lassen sich die folgenden Rückschlüsse auf Änderungen der Gelenkfunktion bei der Versuchsgruppe M (mesial-kraniale Rotation) ziehen:

(1) Durch die Mesialverschiebung mit distal-inferiorer Rotation des Kondylus wird die Funktionsbelastung in der Sagittalebene auf eine quergestellte, in mesial-distaler Richtung nur sehr schmale Platte des mesialen Kondylus-Drittels konzentriert. Auf diese Artikulationszone wirkt ein gesteigerter Artikulationsdruck ein, bedingt durch die operativ gesetzte Kranialverschiebung des Kondylus.

Die an der Artikulation beteiligten Gelenkstrukturen reagieren in folgender Weise:

Zellverarmung und Faserhyalinisierung im intermediären Diskus-Drittel,
Umbau in Geflechtknochen mit Abflachung der Kontur der Eminentia articularis,
Abschluß des Höhenwachstums im artikulierenden mesialen Kondylus-Drittel.

(2) Die von der Artikulation ausgeschlossenen Gelenkteile ergeben die folgenden Reaktionen:

Im distalen und mesialen Drittel des Diskus finden sich Zonen mit Zellarmut und Faserhyalinisierung, die Tiefe der Fossa glenoidalis wird durch Knochen-Apposition vermindert, zunächst das distale, später auch das intermediäre Kondylus-Drittel atrophieren oder sie zeigen Resorptionszonen.

(3) Durch die oben (1) angegebene Artikulations-Stellung wird die "Fixierung" des Kondylus im Gelenk aufgehoben. Die Kondylus-"Fixierung" bei Artikulationsbewegungen muß kompensatorisch vom mesialen und distalen Band-Muskelapparat übernommen werden, welcher am Periost der perikondylären Kortikalismanschette, sowie der Kortikalis des Kondylushalses inseriert. Daraus resultiert eine permanente Erhöhung der Zugspannung im Periost mit den folgenden feingeweblichen Reaktionen:

Transformation des Periosts in ein Resorptionsgewebe, totale Kortikalis-Resorption an der mesialen und distalen Fläche in den angegebenen Zonen des Kondylus.

Eine Kompensation der durch die Kortikalis-Resorption stark verminderten Statik des Kondylus durch eine Vermehrung bzw. Verbreiterung der Spongiosa-Trabekel ist im Untersuchungs-Zeitraum (180 Tage) nicht wesentlich erkennbar (Abb. 7,9).

Aus diesen funktionsmechanisch bedingten Umbauprozessen kann - mit der gebotenen Vorsicht - die folgende **P r o g n o s e** für die Erhaltung der Funktion des Kiefergelenks abgeleitet werden.

Es ist die Möglichkeit einer Destruktion des Kondylus zu berücksichtigen, da sich die operativ gesetzte Artikulations-Drucksteigerung in kranialer Richtung auf eine stark reduzierte Kontaktfläche des Kondylus konzentriert, welche zugleich eine beträchtliche Verminderung der Statik zeigt und einer unphysiologischen erhöhten Zugspannung in mesialer und distaler Richtung infolge Ausbildung eines "Schlottergelenks" exponiert. Möglicherweise wird die verminderte statische Resistenz durch Knochenapposition an der medialen Fläche des Kondylushalses kompensiert.

Außerdem besteht die Möglichkeit, daß sich eine degenerative Osteoarthropathie entwickelt, weil das artikulierende intermediäre Drittel des Diskus den gesteigerten Artikulationsdruck allein aufnehmen muß und histologisch bereits nach 90 Tagen deutliche degenerative Veränderungen ergibt, welche eine Diskuszerstörung nach sich ziehen können. Aus dieser dürften unvermeidlich degenerative Zerstörungen der superioren und inferioren Gelenkteile resultieren.

6.2.2.2 Gruppe L: medial-laterale Rotation

Im **S a g i t t a l s c h n i t t** ist der Kondylus nach distal-inferior rotiert und nach distal verlagert. Das mesiale Drittel des Diskus liegt mesial vom Kondylusrand.

Am superioren Gelenk ist die Eminentia articularis abgeflacht und nach 180 Versuchstagen in Geflechtknochen umgebaut. Die Fossa glenoidalis ergibt regelrechten Befund. Die Kortikalis der Spina postglenoidalis ist durch Knochenapposition verdickt und zeigt nach 180 Versuchstagen noch Osteoid-Säume in den schmalen Kanälen.

Im inferioren Gelenk ist nach 90 Versuchstagen ein Umbau der Kondylusstruktur angedeutet und nach 180 Tagen hochgradig fortgeschritten. Der Kondylus ist an der in superior-inferiorer Richtung gestellten mesialen Kortikalisachse nach distal-inferior "gewandert" und wirkt hier wie "angemauert". Die spitzwinkelige Achsenstellung der Spongiosabälkchen zur mesialen Kortikaliskontur des Kondylus nimmt vom mesialen Drittel (25°) auf ca. 70° (Abb. 11) im intermediären Drittel zu. Am ehemaligen Kondylusrand bilden die Achsen der Spongiosatrabekel zur mesialen Kortikalisachse einen Winkel von nahezu 90° (Abb. 11).

Diese Dislokation des Kondylus ist das Ergebnis einer fortschreitenden Umorientierung seiner Spongiosabälkchen in Kombination mit einem resorptiv-appositionellen Umbau der mesialen Kortikalis in Geflechtknochen. Der Kortikalisumbau und die deutliche Verbreiterung der Spongiosatrabekel im mesialen Kondylus-Drittel und im inferioren Knochenteil (Abb. 11) sichern die Statik des Kondylus. Da sich der Achsenverlauf der Spongiosabälkchen nach der Druckbelastung der Gelenkoberfläche orientiert, läßt sich aus der Bälkchenanordnung schließen, daß nach 180 Versuchstagen ein Artikulationskontakt des gesamten Kondylus besteht. Dieser erfolgt mesial mit der Eminentia articularis, intermediär mit dem distalen Diskus-Drittel in der Fossa glenoidalis und distal inferior mit dem distalen Bandapparat bzw. der Spina postglenoidalis. Hier hat sich eine Art von Pseudogelenk ausgebildet.

Der Gelenküberzug des K o n d y l u s besteht nach 180 Versuchstagen im distal-inferioren Drittel aus Bindegewebe, welches ohne scharfe Grenze an den Bandapparat anschließt. Im intermediären Drittel enthält der Überzug stellenweise rudimentäre Reste der Knorpelzone II - IV; die Knorpelaufschließungszone ist erhalten. Das mesiale Kondylus-Drittel wird

nach 90 Versuchstagen von einem breiten, deutlich geschichteten Knorpelgewebe überzogen, wie es physiologischerweise sonst im intermediären Drittel ausgebildet ist.

Aus dem feingeweblichen Aufbau des Gelenküberzuges sowie der Anordnung und Dicke der Spongiosabälkchen (Abb. 11) ist zu schließen, daß das mesiale Kondylus-Drittel die Hauptlast trägt, während die physiologische Funktionsbelastung im intermediären Drittel deutlich abgenommen hat. Die Belastung des distalen Drittels dürfte nur als minimal zu bewerten sein. Dementsprechend nimmt die Regenerationsfähigkeit des Gelenküberzuges von mesial nach distal zu deutlich ab.

Der **D i s k u s** zeigt im intermediären Drittel, welches am stärksten belastet ist, beträchtliche degenerative Veränderungen. Das weniger belastete distale Drittel ist verformt, ödematös aufgelockert und von kleinen Hyalinisierungsbezirken durchsetzt.

Die Befunde an den **F r o n t a l s c h n i t t e n** (s. im Abschnitt Ergebnisse) sprechen dafür, daß das mediale Drittel des superioren und inferioren Gelenks unter physiologischer Belastung steht, während nach lateral zunehmend eine unphysiologisch verstärkte Belastung einwirkt. Diese hat zu resorptiv-appositionellen Umbauveränderungen an der superioren Gelenkfläche und zu resorptiven Abbauvorgängen am Kondylus geführt. Diese Befunde sind nach 180 Versuchstagen deutlich stärker ausgeprägt als nach 90 Versuchstagen.

Die **Z u s a m m e n f a s s u n g** der funktionsorientierten Analyse des feingeweblichen Gelenkumbaus bei der Versuchsgruppe L (medial-laterale Rotation) ergibt:

(1) Die zunächst funktionelle Rotation des Kondylus nach distal-inferior wird durch einen imponierenden knöchernen Umbauprozess in eine anatomische Rotation mit "Verschiebung" des Kondylus an der Achse der distalen Kortikalis des Kondylushalses transformiert. Dadurch werden alle Kondylusabschnitte

an der Verteilung der Funktionsbelastung beteiligt; die Hauptlast trägt aber das mesiale Drittel.

(2) Die Statik des Kondylus wird weitgehend gewährleistet durch eine starke Verbreiterung der mesialen Kortikalis und durch eine Verbreiterung der Spongiosa-Trabekel im mesialen Kondylus-Drittel.

(3) In Korrelation zum distalen Bandapparat bzw. der Spina postglenoidalis bildet sich über dem distal-inferioren Kondylus-Drittel ein offenbar funktionstüchtiges Pseudogelenk, allerdings mit nur geringer Funktionsbelastung.

(4) In der Frontalebene stehen der intermediäre und insbesondere der laterale Gelenkbereich unter einer unphysiologisch gesteigerten Funktionsbeanspruchung und reagieren mit resorptiven Umbauvorgängen, welche nach 180 Versuchstagen noch nicht abgeschlossen sind. Die dadurch verminderte Statik des Kondylus wird aber durch eine mediale Kortikalis-Verdickung vom Typus der kombinierten Resorption-Apposition kompensiert.

(5) Der Diskus wird im intermediären Drittel stark belastet und reagiert mit degenerativen Veränderungen. Der Gelenkumbau ist trotz der grotesken Transformation des Kondylus unter funktionellen Gesichtspunkten als relativ günstig zu bewerten. Die P r o g n o s e dürfte einerseits davon abhängen, ob die Regenerationsfähigkeit des Gelenküberzuges im intermediären Drittel und die Gesamtstruktur des mesialen Kondylus-Drittels erhalten bleiben, und andererseits davon, ob der resorptive Umbauprozess im lateralen Bereich des superiore- und inferioren Gelenks zum Stillstand kommt.

6.2.2.3 Gruppe D: dorsale Rotation

Im S a g i t t a l s c h n i t t ist die Kondylusachse nach mesial vorgeschoben, desgleichen der Diskus.

Im superioren Gelenk besteht eine Abflachung der Eminentia articularis. Hier ist der Osteonenknochen (90 Versuchstage) nach 180 Versuchstagen in Geflechtknochen umgewandelt. Die Tiefe der Fossa glenoidalis ist nach 90 und 180 Versuchstagen durch trabekuläre Knochenapposition vermindert. Diese findet sich auch an der Spina postglenoidalis.

Der K o n d y l u s artikuliert mit allen Abschnitten des Diskus. Nach 90 Versuchstagen findet sich eine unterminierende Resorption am mesialen Rande, ausgehend von der perikondylären Kortikalismanschette. Im intermediären Drittel findet sich ein breiter Gelenküberzug mit deutlicher Zonenschichtung. Dieser Bezirk korrespondiert mit dem intermediären Drittel des Diskus und der anterioren Fläche des superioren Gelenks vor der Eminentia articularis. Im mesialen und distalen Kondylus-Drittel wird der Gelenküberzug von einer breiten Bindegewebsschicht gebildet, welche nur noch andeutungsweise eine Zonenschichtung erkennen läßt. Nach 180 Versuchstagen ist die Höhe des mesialen und distalen Kondylus-Drittels durch Atrophie stark reduziert. Jetzt werden alle Abschnitte des Kondylus von Bindegewebe überzogen, welches nur im intermediären Drittel noch angedeutete Zonen-Schichtung erkennen läßt. Unter dem Gelenküberzug besteht eine deutliche knöcherne Abschlußplatte. Darunter sind im intermediären Drittel die Spongiosa-Trabekel durch Knochenapposition zu breiten Knochensäulen konfluiert (Abb. 21).

Die beschriebenen Veränderungen bewirken, daß nach 180 Versuchstagen eine halbkugelige Abrundung der Kondylus-Kontur erkennbar ist. (Abb. 21).

Der K o n d y l u s h a l s ergibt bei beiden Tieren mesial und distal den Befund der kombinierten R e s o r p t i o n - A p p o s i t i o n. Dabei überwiegt die Apposition, so daß nach 180 Versuchstagen eine breite Kortikalis vom Geflecht-knochen-Typus entwickelt ist.

Im F r o n t a l s c h n i t t ist der Kondylus bei beiden Tieren geringgradig nach lateral verlagert. Im superioren Gelenk ist die Kortikalis in Geflechtknochen umgebaut. Nach 90 Versuchstagen finden sich im lateralen Drittel der Gelenk-fläche einige Resorptionslakunen an der Kortikalis.

Der K o n d y l u s zeigt Ausbildung einer knöchernen Abschlußplatte unter dem Gelenküberzug. Dieser besteht aus Bindegewebe, welches im lateralen Drittel nach 90 und 180 Versuchstagen eine deutliche Zonen-Schichtung aufweist. Der K o n d y l u s h a l s ergibt medial bei beiden Tieren eine kombinierte Resorption-Apposition, welche nach 180 Versuchstagen zur Ausbildung einer breiten Kortikalis vom Geflechtknochen-Typus geführt hat.

Eine z u s a m m e n f a s s e n d e A n a l y s e der feingeweblichen Umbauveränderungen unter funktionellen Gesichtspunkten führt zu dem folgenden Ergebnis:

- (1) Durch die Mesialverschiebung des Kondylus werden die Fossa glenoidalis und die Spina postglenoidalis von der Artikulation ausgeschlossen; sie reagieren mit Knochenapposition.
- (2) Die Mesialverschiebung des Kondylus bewirkt, daß die Hauptlast der Artikulation auf das intermediären Drittel des Kondylus konzentriert wird, während das mesiale und distale Drittel deutlich entlastet werden. Die letztgenannten Kondylus-Abschnitte reagieren mit Atrophie, so daß nach 180 Versuchstagen eine halbkugelige Abrundung der Kondyluskontur resultiert.

(3) Die Statik im Kondylus wird durch Hyperostose der Trabekel im intermediären Drittel abgesichert.

(4) Eine geringe Lateralverschiebung des Kondylus (im Frontalschnitt) führt zu einer mäßigen Überbelastung des lateralen Gelenkabschnittes mit geringen histologischen Reaktionen.

(5) Die Lateralverschiebung des Kondylus löst eine vermehrte Zugspannung im Periost an der medialen Fläche des Kondylushalses aus. Über eine kombinierte Resorption-Apposition wird hier eine breite Geflechtknochen-Kortikalis aufgebaut.

(6) Eine gleichartige Kortikalisreaktion an der mesialen und distalen Fläche des Kondylushalses spricht für eine gewisse Instabilität der Kondylus-"Fixierung" im Gelenk bei den Artikulationsbewegungen, welche durch den Band-Muskel-Apparat kompensiert werden muß. Die dabei entstehende vermehrte Zugspannung im Periost löst die Kortikalisreaktion aus.

(7) Der Diskus wird nur im intermediären Drittel stärker belastet und reagiert hier mit mäßigen degenerativen Veränderungen.

Die P r o g n o s e für die Erhaltung der Gelenkfunktion erscheint günstig, wenn die Lateralverschiebung des Kondylus zu keinem stärkergradigen Umbau der Gelenkflächen führt und solange das intermediäre Drittel des Diskus und des Kondylus die Konzentration der Gelenkbelastung ohne Schädigung überstehen.

6.2.3 Vergleich der eigenen histologischen Kiefergelenkbefunde mit Literaturangaben

Die im Detail beschriebenen histologischen Befunde bei unseren Versuchsgruppen lassen sich nur schwer mit den Mitteilungen anderer Autoren vergleichen. Dies ist z.T. dadurch bedingt, daß die histologischen Befunde in der Literatur nur cursorisch

beschrieben bzw. nicht ausreichend durch Abbildungen belegt sind. Hinzu kommt, daß Unterschiede im Alter der Versuchstiere bestehen und unterschiedliche Methoden angewandt wurden. Bei diesen Untersuchungen handelte es sich meist um eine kontinuierliche Voraktivierung des Unterkiefers mit verschiedenen kieferorthopädischen Apparaturen, während bei der vorliegenden Untersuchung die Gelenkstellung unmittelbar durch Umstellungsosteotomien verändert wurde, analog der Operationsmethoden zur Korrektur von Dysgnathien.

Versuche an jungen Affen wurden von JANZEN und BLUHER (1965) sowie STOECKLI (1972) durchgeführt. Bei den Versuchen von STOECKLI (1972) ergaben sich nur diskrete Veränderungen am Kiefergelenk. Diese bestanden in einer Verbreiterung des Knorpelüberzuges im distalen Kondylus-Drittel und in der Ausbildung von hyalinen Knorpelzonen im Gelenküberzug der Fossa glenoidalis sowie im Periost der Spina postglenoidalis, hier z.T. mit Ausbildung von Knorpelsäulen. Aus den Gelenkübersichts-Abbildungen geht außerdem hervor, daß mit zunehmender Versuchsdauer eine Umwandlung der Knochentrabekel in der Kondylus-Spongiosa zu kompakten "Knochensäulen" erfolgt. Dieser Befund schreitet mit der Versuchsdauer vom mesialen zum distalen Kondylus-Drittel fort. JANZEN und BLUHER (1965) beschreiben (ohne Gelenk-Übersichtsabbildungen) eine Abflachung des distalen Kondylus-Drittel, sowie Resorptionsveränderungen an der distalen und Knochenapposition an der mesialen Fläche des Kondylushalses. Resorptive Veränderungen ergaben sich deutlich am distalen Rand und geringer in der Tiefe der Fossa glenoidalis. Ähnliche Befunde berichten BREITNER (1930, 1940, 1941, 1942), DERICHSEWILER (1958), BAUME u. DERICHSEWILER (1961).

Bei erwachsenen Affen beobachteten RUBEN u. MAFLA (1971) resorptive Veränderungen am mesialen Kondylusrand (Ansatz des *m.pterygoideus lat.*), in der Fossa und an der Kondylusfläche. Außerdem ergaben sich eine Abflachung der Eminentia articularis. Aus der Abbildung 19 dieser Mitteilung geht aber eindeutig hervor, daß auch eine anatomische, distal-inferiore "Rotation" des Kondylus entlang der hochgradig verdickten mesialen Fläche des Kondylushalses eingetreten ist. Dieser Befund entspricht dem, wie er in unserer Versuchsgruppe L (cranial-laterale Rotation) nach 180 Versuchstagen beobachtet wurde.

Auch aus der Mitteilung von RAMFJORD und HINIKER (1966) über Befunde bei erwachsenen Affen ist (Abbildung 5 der Mitteilung) eine deutliche anatomische distal-inferiore "Rotation" des Kondylus erkennbar, welche von den Autoren aber nicht beschrieben wird. Sie erwähnen lediglich das Auftreten von Resorptionsveränderungen an der Spina postglenoidalis, an der distalen Kondylusfläche und am Ansatz des *m.pterygoideus lat.* Angeblich sollen die von diesen Autoren beobachteten histologischen Veränderungen nach einer Versuchsdauer von 16 Wochen geringer ausgeprägt gewesen sein, als nach einer Versuchsdauer von 8 Wochen.

In einer anderen Versuchsreihe mit ausgewachsenen Rhesusaffen berichten HINIKER und RAMFJORD (1966) über eine Knochenapposition in der Fossa glenoidalis und an der Spina postglenoidalis sowie an der distalen Fläche des aufsteigenden Unterkieferastes. Der mesiale Teil des Kondylus war abgeflacht. Hier bestanden am Ansatz des *m.pterygoideus lat.* resorptive Veränderungen. Aus den Abbildungen (Nr. 7 u. 8) in dieser Mitteilung ist zu ersehen, daß der Kondylus nach 16 bzw. 40 Wochen eine anatomische, distal-inferiore "Rotation" vollzogen hat,

welche aber nicht beschrieben wird. Die Autoren deuten den Befund als "essentially normal". Nach unserer Auffassung sprechen diese Abbildungen aber dafür, daß sich durch den Kondylusumbau ein distales "Pseudogelenk" ausgebildet hat. MEIKLE und ORTH (1970) berichten in ihrer Mitteilung über Versuche an erwachsenen Affen nur cursorisch über histologische Veränderungen. Sie fanden an der Insertionsstelle des m.pterygoideus lat. resorptive Veränderungen mit einer endostalen Knochenapposition im inferior anschließenden Bereich. An der Eminentia articularis bestand eine Metaplasie des Faserknorpelüberzuges in hyalines Knorpelgewebe. Sie führen diese Befunde auf eine "exzessive Kompression" der Gelenkteile zurück.

Bei der Durchsicht der Literatur hat man den Eindruck, daß mit Ausnahme der Mitteilung von STOECKLI der Umbau der histologischen Struktur des Kiefergelenks nicht genügend beachtet und insbesondere nicht unter funktionellen Gesichtspunkten analysiert wurde.

7.) Schlußfolgerung

Aus der funktionsorientierten Analyse der feingeweblichen Umbauprozesse an den Kiefergelenken der Versuchstiere lassen sich Folgerungen für prognostische Aussagen über die längerfristige Aufrechterhaltung einer ausreichenden Gelenkfunktion und die Vermeidung arthro-osteopathischer Spätschäden ableiten.

Es resultieren die folgenden Inkoordinationen im temporo-
mandibulären Gelenkapparat:

Versuchsgruppe M: medial-kraniale Rotation des gelenktragenden
aufsteigenden Unterkieferastes:

1. Konzentration der durch die Kranial-Rotation verstärkten
Gelenkbelastung nur auf das mesiale Drittel des Kondylus;
2. Hochgradige (Inaktivitäts-) Atrophie des intermediären
und des distalen Kondylus-Drittels;
3. Ausbildung eines "Schlotter"-Gelenks mit nachfolgender
totaler Resorption der Kortikalis am Kondylushals;
4. Fehlen von feingeweblichen Umbauprozessen, welche die
verminderte statische Belastbarkeit des Kondylus kom-
pensieren könnten.
5. Konzentration der Belastung auf das intermediäre Diskus-
Drittel.

Die Prognose für die längerfristige Aufrechterhaltung einer
ausreichenden Gelenkfunktion ist ungünstig.

Versuchsgruppe L: medial-laterale Rotation des gelenktragenden
aufsteigenden Unterkieferastes:

1. Hochgradige anatomische "Rotation" des Kondylus nach distal-
inferior;
2. Überbelastung des mesialen Kondylus-Drittels;
3. Ausbildung eines Pseudogelenks am distalen Bandapparat;
4. Deutliche resorptive Gelenkveränderungen im lateralen
und frontal-intermediären Bereich;
5. Starke Belastung des intermediären Diskus-Drittels.

Die Prognose ist zweifelhaft, aber trotz des grotesken Kondylus-
umbaues wahrscheinlich günstiger als bei der Gruppe M.

Versuchsgruppe D: dorsale Rotation des gelenktragenden aufsteigenden Unterkieferastes:

1. Konzentration der Gelenkbelastung nur auf das intermediäre Kondylus-Drittel;
2. Inaktivitäts-Atrophie des mesialen und distalen Kondylus-Drittels;
3. Mangelhafte "Fixierung" des Kondylus bei mesial-distalen Gelenkbewegungen;
4. Geringe Lateralverschiebung des Kondylus mit mäßigen Überlastungsreaktionen im lateral-superioren und inferioren Gelenkbereich;
5. Konzentration der Gelenkbelastung auf das intermediäre Drittel des Diskus.

Gegenüber den beiden anderen Versuchsgruppen ergeben sich aber die folgenden Vorteile:

- a) Verbesserung der statischen Belastbarkeit des intermediären Kondylus-Drittels durch Hyperostose (Knochen-säulen) in der Spongiosa;
- b) Verbesserung der statischen Belastbarkeit des Kondylushalses durch Knochenapposition im mesialen, distalen und medialen Kortikalisbereich.

Die Prognose ist bei dieser Art der Verschiebe-Osteotomie wahrscheinlich die günstigste im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen (M und L).

Wie bei allen tierexperimentellen Untersuchungen stellt sich das Problem, der Übertragbarkeit auf die Verhältnisse beim Menschen. Klinische Rückschlüsse aus den feingeweblichen Veränderungen der vorliegenden Studie dürfen nur mit kritischer

Vorsicht gezogen werden. In diesem Zusammenhang dürften die Unterschiede in den skelettalen Charakteristika des Schädelbautypus zwischen Mensch und Affen der Species "*Macacus fascicularis*" eine Ursache divergierender klinischer und tierexperimenteller Ergebnisse sein. Andererseits erfolgten von der Methodik her die Gelenkumstellungen im Tierversuch extrem. In der Klinik werden zwar ähnliche Gelenkpositionen beobachtet, nicht jedoch in dieser extremen Form. Trotz erheblicher Umbau- und Abbauvorgänge im Bereich der temporo-mandibulären Gelenkstrukturen, konnte bei den Versuchstieren keine Einschränkung ihrer gewohnten Freß- und Kautätigkeit, oder eine Schonhaltung des Unterkiefers beobachtet werden. Die röntgenologische Untersuchung der Kiefergelenke der Versuchstiere ergab keine grobfaßbaren Deformierungen der Gelenkköpfe, jedoch die durch operative Rotation erzielte Fehlstellung des Gelenkkopfes zur Fossa glenoidalis. An dem nachuntersuchten Krankengut lassen sich analog klinische und radiologische Befunde beobachten. Trotz Gelenkumstellung und sporadischen Hinweisen auf eine Strukturveränderung in Form von Abplattung und Randzackenbildung bestehen zu einem geringen Prozentsatz klinische Beschwerden. Analoge feingewebliche Untersuchungen an Kiefergelenken nach Umstellungsosteotomien zur Korrektur von Dysgnathien und der Okklusion gibt es nicht. Es ist anzunehmen, daß die Anpassungsmuster beim Menschen von den experimentellen Ergebnissen abweichen, da sich zeigte, daß sich mit dem Grad der Umstellung des Gelenks, die Prognose des Gelenkumbaus und der Gelenkfunktion ungünstiger auswirkte. Hierbei scheint der Zeitfaktor nach solchen Osteotomien ein wesentlicher Gesichtspunkt zu sein.

Für die klinische Anwendung könnte dies bedeuten, daß sich eine Umstellung des Gelenks nach medial-cranial, sowie eine Torsion des Gelenkkopfes nach medial-lateral für die Gelenkstruktur und -funktion auf Dauer nachteilig auswirkt, während der Gelenkkopf eine Retroposition besser tolerieren kann. Analogieschlüsse sollten möglich sein, auf Grund der Übereinstimmung in den Grundzügen des anatomischen Bauplans, im Aufbau der beteiligten Gewebe und in den funktionellen Zusammenhängen der einzelnen Glieder des stomatognathen Systems.

8.) Zusammenfassung

Unter Dysgnathien werden die morphologischen Abweichungen vom eugnathen Kausystem verstanden. Die Operationsmethoden, die durch eine Kontinuitätsdurchtrennung des Unterkieferkörpers oder des aufsteigenden Unterkieferastes eine Neueinstellung der Okklusion ermöglichen und somit eine Korrektur der Dysgnathie, bewirken meist über das kleinere gelenktragende Fragment direkt eine Lageveränderung des Kondylus zur Gelenkpfanne. Durch die alveolären Osteotomien im Ober- oder Unterkiefer erfolgt dagegen eine Veränderung der Lagebeziehung des Kondylus zur Pfanne indirekt über die geänderte Okklusion und die dadurch einhergehende Änderung des individuellen Bewegungsmusters. Durch die Veränderungen im kaufunktionellen Gleichgewicht des stomatognathen Systems können Störungen innerhalb des gesamten Kausystems resultieren.

In der vorliegenden Untersuchung interessierten in erster Linie mögliche Veränderungen der temporo-mandibulären Gelenkanteile nach operativen Korrekturen von Dysgnathien und der Okklusion. Im ersten Teil dieser Untersuchung wurde versucht, durch klinische und radiologische

Untersuchungsmethoden funktionelle Störungen und Veränderungen des Kiefergelenks zu objektivieren. Von 219 Patienten, die in der Zeit vom November 1973 bis Juni 1978 operiert wurden, konnten 92 Patienten in die Auswertung einbezogen werden, bei welchen der operative Eingriff zur Korrektur einer Dysgnathie mindestens zwei Jahre zurücklag. Die Resultate zeigen

1. bei 53 Patienten (57,6 %) postoperativ ein auskultatorisch objektiviertes intermediäres bzw. terminales Gelenkknacken oder Gelenkgeräusch. Eine Behinderung der Verkehrsbewegungen des Unterkiefers bei der Öffnungs-, Vorschub- oder Seitwärtsbewegung indessen zeigten nur 3 dieser Patienten (3,2 %), obwohl bei 45 der nachuntersuchten Patienten (49 %) okklusale Interferenzen in Form von Primär- oder Balancekontakten oder in Form fehlender Eckzahnführung gefunden werden konnten.
2. Auffällig war die Zunahme der Druckempfindlichkeit der Kiefergelenke und der Kaumuskulatur bei gezielter Palpation, insbesondere des *Musculus pterygoideus lateralis*, die postoperativ bei 21 Patienten (14,1 %) objektiviert werden konnte. Subjektiv gaben allerdings nur 4 Patienten (4,3 %) spontan Beschwerden beim Kauen an.
3. Bei 8 Patienten (8,7 %), die wegen dysgnathiebedingter kaufunktionseller Kiefergelenksbeschwerden einer Operation unterzogen wurden, ergab die prae- und postoperative Analyse der Befunde, daß sich wohl die praeoperativen mit Gelenkknacken einhergehenden Beschwerden zurückgebildet haben, nicht jedoch das Gelenkgeräusch selbst. In 1 Fall trat eine Verschlechterung der bereits praeoperativ bestanden mit Gelenkknacken einhergehenden Gelenksbeschwerden ein. Diese äußerten sich spontan bei Funktion der Kiefergelenke.

Die Lagebeziehung des Kondylus zur Gelenkpfanne, sowie mögliche organische Veränderungen der temporo-mandibulären Gelenkregion wurden radiologisch beurteilt. Die transcranielle Projektion nach SCHÜLLER läßt eine Aussage

über die Relation des Gelenkkopfes zur Gelenkpfanne und somit über die Breite des Gelenkspaltes zu. Die Originalprojektion wurde modifiziert, so daß der Strahlengang 15 Grad von dorsal aus der Frontalebene und 20 Grad aus der horizontalen Ebene die Gelenkwalze orthoradial in ihrer Längsachse traf. Diese dorsalexcentrische Einstellung entspricht dem Mittelwert der Kondylenachsen. Es lassen sich zwei übergeordnete Richtungsänderungen der Gelenkwalze erkennen, entsprechend der durchgeführten Operationsmethoden, durch welche entweder eine direkte Gelenkverlagerung oder eine indirekte Gelenkverlagerung über die Okklusion resultiert.

4. Eine Verlagerung der Gelenkwalze nach ventral mit Verbreiterung des dorsalen Gelenkraumes zeigen die Fälle, bei welchen zur Korrektur einer mandibulären Prognathie eine Kontinuitätsdurchtrennung des aufsteigenden Unterkieferastes zur Rückverschiebung des Unterkiefers erforderlich war. Eine zusätzliche Rotation der Gelenkwalze nach ventral-cranial mit Drehpunkt im Gelenk trat bei der Korrektur der mandibulären Retrognathie durch Vorverschiebung des Unterkiefers auf.
5. Eine mäßige Verlagerung der Gelenkwalze nach dorsal mit Verbreiterung des ventralen Gelenkspaltes lassen die Patienten erkennen, deren Dysgnathie durch eine alveoläre Osteotomie oder Mittelgesichtsosteotomie korrigiert wurden. Eine zusätzliche Verlagerung der Gelenkwalze in Form einer Distraction aus der Gelenkpfanne oder einer Intrusion des Gelenkkopfes lassen sich innerhalb dieser Gruppe objektivieren, allerdings ohne eine erkennbare Gesetzmäßigkeit.
6. Organische Veränderungen in Form ventraler Randzackenbildung oder Abplattung der Gelenkwalze zeigte sich als Folge der operativen Korrektur bei 1 Patienten. Die bereits praeoperativ bestandenen dysgnathiebedingten Veränderungen wurden durch die operative Korrektur in dem Beobachtungszeitraum nicht beeinflusst.

7. Die Relation der postoperativ erhobenen klinischen und radiologischen Gelenkbefunde lassen keine Aussage über die Wertigkeit der Operationsmethoden in Bezug auf das Gelenkverhalten zu.

Im zweiten Teil der vorliegenden Untersuchung sollte an jungerwachsenen Java-Affen der Spezies "*Macacus fascicularis*" mit eugnather Verzahnung die Adaptationsfähigkeit der temporomandibulären Gelenkstruktur, bei mechanischer Stellungsänderung beider Gelenkköpfe untersucht werden. Verschiedene Beobachtungszeiten sollten Auskunft geben über die Zeitspanne und das Ausmaß, in welchem sich adaptive Vorgänge oder organisch faßbare deformierende Gewebsreaktionen des temporomandibulären Gelenkapparates einstellen. Durch vertikale Umstellungsosteotomien im aufsteigenden Unterkieferast sollten die Operationsmethoden simuliert werden, welche bei den Korrekturen von Dysgnathien zur Anwendung kommen. Im einzelnen erfolgte eine Rotation des gelenktragenden Fragmentes nach medial-cranial, nach dorsal, und schließlich extrem nach medial-lateral. Die Fixation der Fragmente durch eine funktionsstabile Verschraubung, ermöglichte den Tieren, bei unverändert eugnather Verzahnung die normale Nahrungsaufnahme und Kautätigkeit. Die Beobachtungszeit betrug 90 bzw. 180 Tage.

Aus einer zusammenfassenden Übersicht über die histologischen Gelenkveränderungen, lassen sich bei der Versuchsgruppe - M - mesiale-craniale Rotation - folgende Rückschlüsse auf die Änderung der Gelenkfunktion ziehen:

1. Durch die Mesialverschiebung mit distal-inferiorer Rotation des Kondylus wird die Funktionsbelastung in der Sagittalebene auf eine quergestellte, in mesial-distaler Richtung nur sehr schmale Platte des mesialen Kondylus-Drittels konzentriert. Auf diese Artikulationszone wirkt ein gesteigerter Artikulationsdruck ein, bedingt durch operativ gesetzte Kranialverschiebung des Kondylus. Die an der Artikulation beteiligten Gelenkstrukturen reagieren mit Zellverarmung und Faserhyalinisierung im intermediären Diskus-Drittel, mit

Umbau in Geflechtknochen, mit Abflachung der Kontur der Eminentia articularis und im Abschluß des Höhenwachstums im artikulierenden mesialen Kondylus-Drittel .

2. Die von der Artikulation ausgeschlossenen Gelenkteile ergeben im distalen und mesialen Drittel des Diskus Zonen mit Zellarmut und Faserhyalinisierung, die Tiefe der Fossa glenoidalis wird durch Knochen-Apposition vermindert. Das distale Kondylus-Drittel, später auch das intermediäre Drittel atrophieren oder zeigen Resorptionszonen.
3. Durch die oben angegebene Artikulations-Stellung wird die "Fixierung" des Kondylus im Gelenk aufgehoben. Die Kondylus-Fixierung bei Artikulationsbewegung muß kompensatorisch vom mesialen und distalen Band-Muskel-Apparat übernommen werden, welcher am Periost der perikondylären Kortikalmanschette sowie an der Kortikalis des Kondylushalses inseriert. Daraus resultiert eine permanente Erhöhung der Zugspannung im Periost mit Transformation des Periostes in ein Resorptionsgewebe, mit totaler Kortikalis-Resorption an der mesialen und distalen Fläche in den angegebenen Zonen des Kondylus. Eine Kompensation der durch die Kortikalis-Resorption stark verminderten Statik des Kondylus durch eine Vermehrung bzw. Verbreiterung der Spongiosa-Trabekel ist im Untersuchungszeitraum (180 Tage) nicht wesentlich erkennbar.

Die funktionsorientierte Analyse des feingeweblichen Gelenkumbaus bei der Versuchsguppe - L - mit medial-lateraler Rotation des gelenktragenden Fragmentes läßt folgende Zusammenfassung zu:

1. Die zunächst funktionelle Rotation des Kondylus nach distal-inferior wird durch einen imponierenden knöchernen Umbauprozess in eine anatomische Rotation mit "Verschiebung" des Kondylus an der Achse der distalen Kortikalis des Kondylushalses transformiert. Dadurch werden alle Kondylusabschnitte an der Verteilung der Funktionsbelastung beteiligt. Die Hauptlast trägt aber das mesiale Drittel.

2. Die Statik des Kondylus wird weitgehend gewährleistet durch eine starke Verbreiterung der mesialen Kortikalis und durch eine Verbreiterung der Spongiosatrabekel im mesialen Kondylus-Drittel.
3. In Korrelation zum distalen Bandapparat bzw. der Spina postglenoidalis bildet sich über dem distal-inferioren Kondylus-Drittel ein offenbar funktionstüchtiges Pseudogelenk, allerdings mit geringer Funktionsbelastung.
4. In der Frontalebene stehen der intermediäre und insbesondere der laterale Gelenkbereich unter einer unphysiologisch gesteigerten Funktionsbeanspruchung und reagieren mit resorptiven Umbauvorgängen, welche nach 180 Versuchstagen noch nicht abgeschlossen sind. Die dadurch verminderte Statik des Kondylus wird aber durch eine mediale Kortikalisverdickung vom Typus der kombinierten Resorption-Apposition kompensiert.
5. Der Diskus wird im intermediären Drittel stark belastet und reagiert mit degenerativen Veränderungen. Der Gelenkumbau ist trotz der grotesken Transformation des Kondylus unter funktionellen Gesichtspunkten als relativ günstig zu bewerten.

Eine zusammenfassende Analyse der feingeweblichen Umbauveränderungen unter funktionellen Gesichtspunkten führt bei der Versuchsgruppe - D - dorsale Rotation zu folgendem Ergebnis:

1. Durch die Mesialverschiebung des Kondylus werden die Fossa glenoidalis und die Spina postglenoidalis von der Artikulation ausgeschlossen. sie reagieren mit Knochenapposition.
2. Die Mesialverschiebung des Kondylus bewirkt, daß die Hauptlast der Artikulation auf das intermediäre Drittel des Kondylus konzentriert wird, während das mesiale und distale Drittel deutlich entlastet werden. Die letztgenannten Kondylusabschnitte reagieren mit Atrophie, so daß nach 180 Versuchstagen eine halbkugelige Abrundung der Kondyluskontur

3. Die Statik im Kondylus wird durch Hyperostose der Trabekel im intermediären Drittel abgesichert.
4. Eine geringe Lateralverschiebung des Kondylus (im Frontalschnitt) führt zu einer mäßigen Überbelastung des lateralen Gelenkabschnittes mit geringen histologischen Reaktionen.
5. Die Lateralverschiebung des Kondylus löst eine vermehrte Zugspannung im Periost an der medialen Fläche des Kondylushalses aus. Über eine kombinierte Resorption-Apposition wird hier eine breite Geflechtknochen-Kortikalis aufgebaut.
6. Eine gleichartige Kortikalisreaktion an der mesialen und distalen Fläche des Kondylushalses spricht für eine gewisse Instabilität der "Kondylus-fixierung" im Gelenk bei den Artikulationsbewegungen, welche durch den Band-Muskel-Apparat kompensiert werden muß. Die dabei entstehende vermehrte Zugspannung im Periost löst die Kortikalisreaktion aus.
7. Der Diskus wird nur im intermediären Drittel stärker belastet und reagiert hier mit mäßigen degenerativen Veränderungen.

Analogieschlüsse für die Klinik sollten möglich sein, auf Grund der Übereinstimmung in den Grundzügen des anatomischen Bauplans, im Aufbau der beteiligten Gewebe und in den funktionellen Zusammenhängen der einzelnen Glieder des stomatognathen Systems.

Anhang



Abb. 1: Handröntgenaufnahme; die Epiphysenfugen der distalen Phalangen sind geschlossen, das Sesamoid verknöchert.

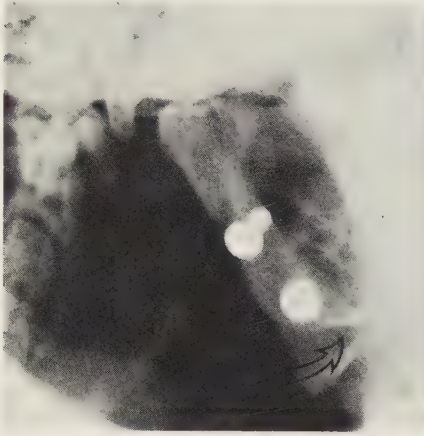


Abb. 2: Tier-Nr. 360

Vertikale Osteotomie des aufsteigenden UK-Astes; medial-craniale Rotation des gelenktragenden Fragmentes, funktions-stabile Verschraubung.

Röntgenkontrolle intraoperationem, rechtes Kiefergelenk bei geöffnetem Mund.



Abb. 3: Tier-Nr. 360

Linkes Kiefergelenk 120 Tage postoperativ, post mortem.

Anhang



Abb. 4: Tier-Nr. 361

Vertikale Osteotomie des aufsteigenden UK-Astes: medial-craniale Rotation des gelenktragenden Fragmentes, funktionsstabile Verschraubung.

Röntgenkontrolle 90 Tage post-operationem, post mortem.

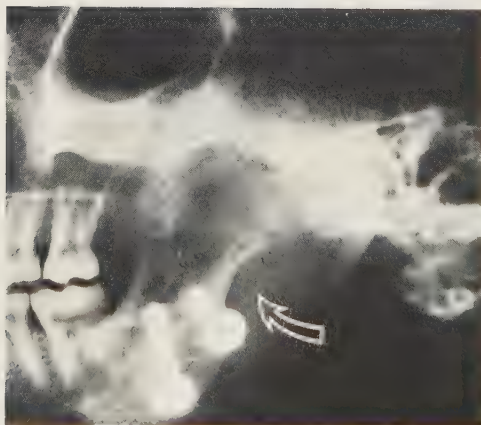


Abb. 5: Tier-Nr. 70

Vertikale Osteotomie des aufsteigenden UK-Astes: medial-craniale Rotation des gelenktragenden Fragmentes, funktionsstabile Verschraubung.

Röntgenkontrolle 180 Tage post-operationem, post mortem.

Anhang



Abb. 6: Tier-Nr. 2199

Vertikale Osteotomie des aufsteigenden UK-Astes: medial-laterale Rotation des gelenktragenden Fragmentes, funktionsstabile Verschraubung.

Röntgenkontrolle 90 Tage post-operationem, post mortem.

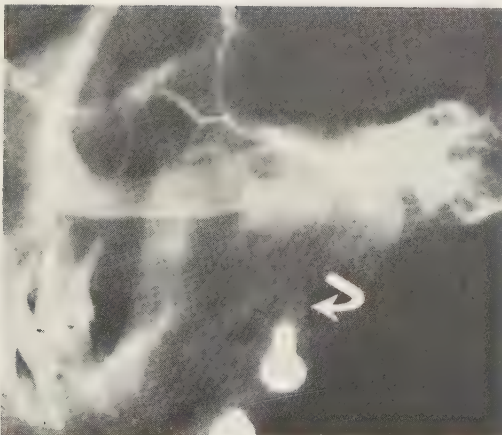


Abb. 7: Tier-Nr. 195

Vertikale Osteotomie des aufsteigenden UK-Astes: medial-laterale Rotation des gelenktragenden Fragmentes, funktionsstabile Verschraubung.

Röntgenkontrolle 180 Tage post-operationem, post mortem.

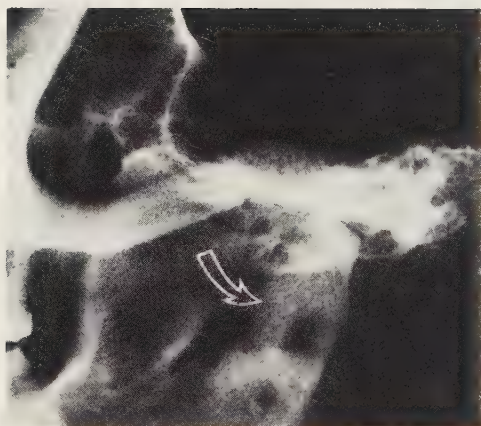


Abb. 8: Tier-Nr. 69

Vertikale Teilosteotomie des aufsteigenden UK-Astes: dorsale Rotation des gelenktragenden Fragmentes, funktionsstabile Verschraubung.

Röntgenkontrolle 180 Tage post-operationem, post mortem.

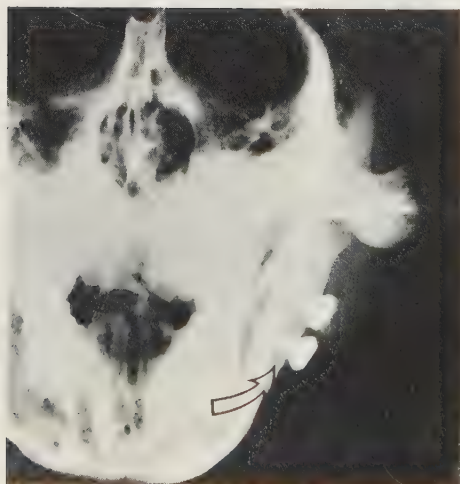


Abb. 9: Tier-Nr. 2662

Vertikale Teilosteotomie des aufsteigenden UK-Astes: dorsale Rotation des gelenktragenden Fragmentes, funktionsstabile Verschraubung.

Röntgenkontrolle p.a. 90 Tage post operationem, post mortem.



Abb. 10: Funktionsstabile Verschraubung der Fragmente, nach Osteotomie des aufsteigenden UK-Astes und Rotation des gelenktragenden Fragmentes nach medial-cranial.

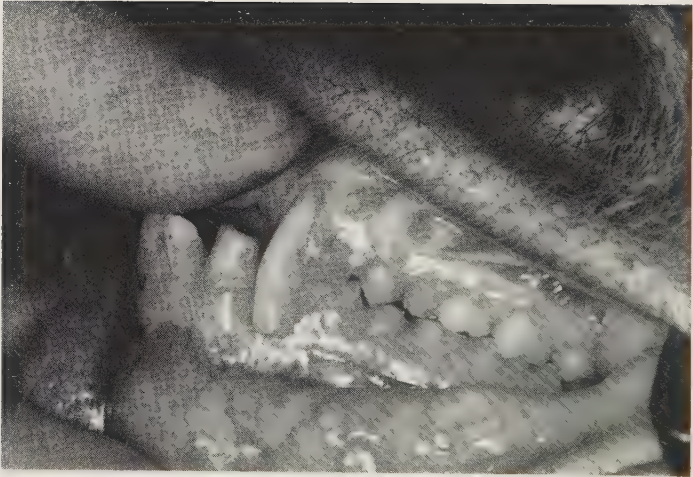


Abb. 11: Neutrale Verzahnung bei zentraler Okklusion nach
funktionsstabiler Verschraubung post operationem.

Anhang

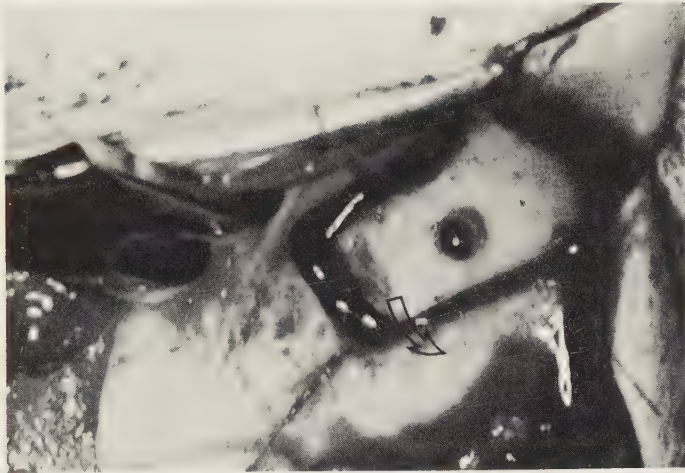


Abb. 12: Teilosteotomie des aufsteigenden UK-Astes zur dorsalen Rotation des gelenktragenden Fragmentes.

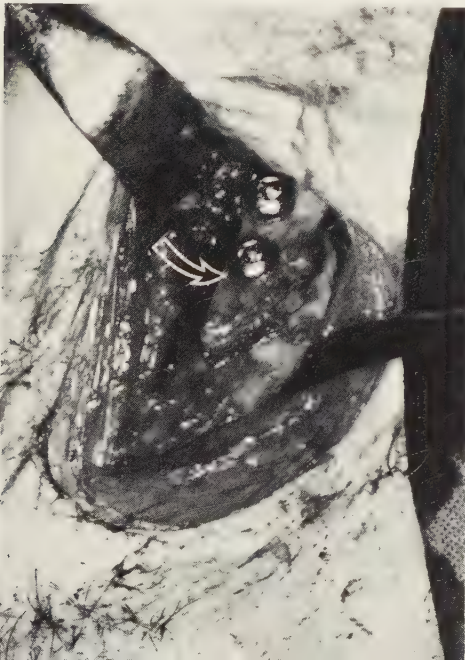


Abb. 13:
Funktionsstabile Ver-
schraubung nach Rotation.

Schrifttum

1. ACKERMANN, F.: Le Mecanisme des Machoires.
Paris, 1953, 430
2. AGERBERG, G., LUNDBERG, M.: Changes in the temporomandibular joint after surgical treatment. Radiologic follow-up study.
Oral Surg. 32, 865 (1971)
3. AHLGREN, J.: An electromyographic analysis of the response to activator (Andresen-Häupl) therapy.
Odont. Revy. 11, 125 (1960)
4. AHLGREN, J.: Mechanism
Acta odont. scand. 24, 44 (1966)
5. ANDRESEN, V., HÄUPL, K., PETRIK, L.: Funktionskieferorthopädie.
5. Aufl. Barth, München 1953
6. ANGLE, E.H.: Double resection of the lower maxilla.
Dent. Cosmos. Philadelphia, 40, 635 (1898)
7. ASTRAND, P., RIDELL, A.: Positional changes of the mandible and the upper and lower teeth after oblique sliding osteotomy of the mandibular rami.
Scand. J. plast reconstr. Surg. 7, 120 (1973)
8. ASTRAND, P., ERIKSON, S.: Relation between fragments after oblique sliding osteotomy of the mandibular rami and its influence on postoperative conditions.
Int. J. oral Surg. 3, 49 (1974)
9. AVANT, F.B., AVERILL, C.J. and HAHN, W.E.: Changes in the temporomandibular joint of rats caused by alterations in the intermaxillary relationship of the teeth.
J. dent. Res. 31, 499 (1952)

10. AXHAUSEN, G.: Über die korrigierende Osteotomie am Oberkiefer.
Z. orthop. Chir. 248, 515 (1937)
11. BACCIONE, R.O., GIANNI, E., LAURENZA, A.: Sovrapponibilità di reperti istologici istochemici ed elettronici circa le modificazioni dell'articolazione temporo-mandibolare, nella protrusione sperimentale della mandibola.
Riv. ital. Stomat. 14, 1047 (1959)
12. BAKER, L.W.: Influence of the forces of occlusion on the development of the bones of the skull.
Int. J. Orth. 8, 259 (1922)
13. BALAN, E.H., WEGENER, O.H.: Neue Erkenntnisse zur Beurteilung der Kieferfragmentstellung nach Progenieoperationen durch das Computertomogramm.
Vortrag 28. Kongreß der Dtsch.Ges. Mund-Kiefer-Gesichtschir. 9.-12. Mai 1978 Tübingen
14. BAUMANN, T., MOSER, F.: Praeoperative Modelleinstellung in einem modifizierten Whip-Mix-Artikulator.
Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 651 (1976)
15. BAUMANN, T., GATTINGER, B.: Gnathologische Richtlinien bei Horizontalverschiebungen des Unterkiefers.
Fortschr. Kiefer-u.Gesichtschir. Bd. XXI,
Hrsg. K. Schuchardt u. G. Pfeiffer Thieme Stuttgart 1976
16. BAUMANN, T., MOSER, F.: Neue Wege in der Vor- und Nachbehandlung bei Horizontalverschiebungen des Unterkiefers mit sagittaler Osteotomie. Nachkontrollen u. Ergebnisse.
Dtsch.Z. Mund-Kiefer-Gesichts-Chir. 1, 93 (1977)
17. BAUME, L.J., DERICHSEWILER, H.: Is the condylar growth center responsive to orthodontic therapy? An experimental study on *Macaca mulatta*.
Oral Surg. 14, 347 (1961)

18. BAUME, L.J., HÄUPL, K., STELLMACH, R.: Growth and transformation of the temporomandibular joint in an orthopaedically treated case of Pierre Robins Syndrome.
Amer. J. Orthodont. 45, 901 (1959)
19. BAY, R., WILD, H.: Die Gysischen Hebelgesetze am Unterkiefer, ihre anatomische Bestätigung und ihre Bedeutung für die Morphologie des Schädels.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 11, 879 (1945)
20. BEHRMANN, St.J.: Complications of sagittal osteotomy of the mandibular ramus.
J. Oral Surg. 30, 554 (1972)
21. BELL, W.H. and LEVY, B.M.: Healing after anterior maxillary osteotomie.
J. Oral Surg. 28, 728 (1970)
22. BERGNER, J.: Ergebnisse der Nachuntersuchung nach Progenieoperationen unter besonderer Berücksichtigung der Kiefergelenke.
Med. Diss. Heidelberg 1971
23. BHASKAR, S.N. and ORBAN, B.: Experimental occlusal trauma.
J. Periodont. 26, 270 (1955)
24. BJÖRK, N., ELIASSON, S.: Postoperative conditions after surgical treatment of mandibular protrusion.
Swed.dent. J. 64, 91 (1971)
25. BLAIR, V.P.: Report of a case of double resection for the correction of protrusion of the mandible.
Dent. Cosmos, 48, 817 (1906)
26. BOCK, O.: Vortrag im Rahmen des Kurses über die Erkennung und Behandlung der Kiefergelenkserkrankungen.
Zahnärztl. Fortbildungsinstitut Karlsruhe 1967
27. BOCK, O.: Die Bedeutung der funktionellen Gebißanalyse für chirurgisch-orthopädische Maßnahmen.
Fortschr. Kiefer- u. Gesichtschir. Bd. XVIII, Hrsg. K.Schuchardt und Thieme Stuttgart 1974

28. BOCK, O.: Die praeoperative Einstellung der Okklusion bei Veränderung der Unterkieferlage durch Osteotomie.
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 1401 (1968)
29. BÖTTGER, H.: Die prothetische Behandlung der Arthropathia deformans des Kiefergelenkes.
Habil.Schrift Düsseldorf 1956
30. BÖTTGER, H.: Klinik und Therapie der durch Artikulationsstörungen hervorgerufenen Gelenkserkrankungen.
Fortschr. Kiefer- u.Gesichtchir. Bd. VI, Hrsg.
K. Schuchardt, Thieme Stuttgart 1960
31. BRACHMANN, F.: Das Verhalten des Kiefergelenkes nach Progenie-Operationen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 19, 845 (1964)
32. BREITNER, C.: Experimentelle Veränderungen der mesio-distalen Beziehung der oberen und unteren Zahnreihen.
Z. Stomat. 28, 134 (1930), 29, 343 (1931)
33. BREITNER, C.: Bone changes resulting from experimental orthodontic treatment.
Amer. J. Orthodont. 26, 521 (1940)
34. BREITNER, C.: Further investigations of bone changes resulting from experimental orthodontic treatment.
Amer. J. Orthodont. 27, 605 (1941)
35. BREITNER, C.: The tooth-supporting apparatus under occlusal changes.
J.Periodont. 13, 72 (1942)
36. BRILL, N., SCHÜBELER, S., TRYDE, G.: Influence of occlusal patterns on movements of mandible.
Prosth.Dent. 12, 255 (1962)
37. BRUHN, Ch.: Über die Beseitigung der Progenie durch chirurgische und zahnärztlich-orthopädische Maßnahmen.
Dtsch. Zahn- Mund- u.Kieferheilk., Sonderheft (Walkoff-Festschrift) Leipzig 1920

38. CIMASONI, G: Histopathology of the temporo-mandibular joint following bilateral extraction of molars in the rat. Oral Surg. 16, 613 (1963)
39. CIMASONI, G.: Histopathologie de l'articulation mandibulo-temporale chez le rat ayant subi l'extraction totale des molaires superieures. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 73, 767 (1963)
40. CIMASONI, G. and BECKS, H.: Growth study of the rat mandible related to function. Angle Orthodont. 33, 27 (1963)
41. COHN-STOCK, G.: Die chirurgische Immediatregulierung der Kiefer, speziell die chirurgische Behandlung der Prognathie. Zschr. Zahnheilk. Berlin 37, 320 (1921)
42. CONVERSE, J.M. and SHAPIRO, H.H.: Treatment of developmental malformations of the jaws. Plast. reconstr. Surg. 10, 473 (1952)
43. CONVERSE, J.M.: Diskussionsbermerkungen in: Treatment of the patients with clefts of lip, alveolus and palate. Hrsg. K. Schuchardt, Thieme Stuttgart 1966, Sec.Internat. Symposium, Hamburg 1964
44. CONVERSE, J.M. and HOROWITZ, S.L.: The surgical-orthodontic approach to the treatment of dento-facial deformities. Amer. J.Orthodont. 55, 217 (1969)
45. COPLAND, J.: Diagnosis of Mandibular Joint Dysfunction. J. Oral Surg. 13, 1106 (1960)
46. DAL PONT, G.: L'osteotomia retromolare per la correzione della progenia. Minerva Chir. 18, 1138 (1959)
47. DERICHSEWILER, H.: Experimentelle Tieruntersuchungen über Veränderungen des Kiefergelenkes bei Bißlageveränderungen. Fortschr. Kieferorthop. 19, 30 (1958)

48. DINGMAN, R.O.: Surgical correction of mandibular prognathism an improved method.
Amer. J. Orthodont. 683 (1944)
49. DOTTO, C.A., CARRANZA, F.A. y ITOIZ, M.E.: Efectos mediatos del trauma experimental en ratas.
Rev. Asoc. odont. argent. 54, 48 (1966)
50. EDGERTON, M.T., JANE, J.A., BERRY, F.A., FISHOR, J.G.: Craniofacial Osteotomies and Reconstruction in infants and young children.
2nd Congress of Cleft Palate, Copenhagen/Denmark
26.-31.Aug. 1973
51. EGYEDI, P.: Problematik der Chirurgie der Progenie.
Ergenisse der Progenieoperationen nach Obwegeser.
Med. Diss. Zürich 1964
52. EHRLICHER, F.: Pathologische Veränderungen des Kiefergelenkes nach einseitigem Verlust der gesamten Stützzone im Unterkieferseitenzahnbereich des Goldhamsters.
Med. Diss. Erlangen-Nürnberg 1968
53. EICHNER, K.: Röntgencinematographische Studien der Bewegung des Kondylus zahnloser Patienten.
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 251 (1967)
54. EISENRING, R.: Der Gelenkbefund bei zahnlosen Kiefern, I. u. II. Teil.
Dtsch. zahnärztl. Z. 8, 936 (1953); 8, 1080 (1953)
55. ENGELHARDT, J.P.: Funktionsstörungen des Kiefergelenkes. Praxis der Zahnheilkunde, Bd. IV, Hrsg. Haunfelder, D., Hupfau, L., Keterl, W., Schmuth, G., Urban und Schwarzenberg, München 1968
56. ENGELHARDT, J.P.: Prothetische Maßnahmen als Kausaltherapie bei Funktionsstörungen im stomatognathen System.
Zahnärztl. Mitt. 13, 621 (1973)

57. ESCHLER, J.: Form und Funktion im Kausystem.
Fortschr. Kieferorthop. 24, 247 (1963)
58. FINDLAY, J.A.: Mandibular joint pressures.
J. dent. Res. 43, 140 (1964)
59. FOLKE, L.E.A., STALLARD, R.E.: Condylar adaptation to a
change in intermaxillary relationship.
J. periodont. Res. 1, 79 (1966)
60. FREIHOFER, H.P.M., PETRESEVIC, D.: Late results after
advancing the mandible by sagittal splitting of the rami.
J. max.-fac. Surg. 3, 250 (1975)
61. FREIHOFER, H.P.: Probleme der Behandlung der Progenie
durch sagittale Spaltung der aufsteigenden Unterkieferäste.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 86, 679 (1976)
62. FREIHOFER, H.P.: Modellversuch zur Lageveränderung des
Kieferköpfchens nach sagittaler Spaltung des Unterkiefers.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 87, 12 (1977)
63. FUCHS, P.: Die Bedeutung der Elektromyographie für den
Zahnarzt.
Zahnärztl. Prax. 19, 160 (1968)
64. FURSTMAN, L.: The effect of loss of occlusion upon the
mandibular joint.
Amer. J. Orthodont. 51, 245 (1965)
65. GERBER, A.: Logik und Mystik der Kiefergelenksbeschwerden, 1. und
2. Teil.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 74, 687, 879 (1964)
66. GERBER, A.: Kiefergelenk und Zahnokklusion.
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 119 (1971)
67. GILLIES, H. and ROWE, N.K.: L'ostéotomie du maxillaire
supérieur envisagée essentiellement dans le cas de
bec-de-lièvre total.
Rev. stomat. (Paris) 55, 545 (1954)

68. GINESTET, G.: Traitement chirurgical du mordex apertus et du prognathisme.
Rev. Stomat. (Paris) 41, 4 (1939)
69. GÖTTE, H.: Zur Frage des intermediären Gelenkknackens.
Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 1629 (1960)
70. GREENFIELD, B.E., WYKE, B.D.: Electromyographic studies of some of the muscles of mastication.
Brit. dent. J. 100, 129 (1956)
71. GRIMM, G., BEITLICH, E.: Kritische Bewertung der Operationsergebnisse von 101 Progeniefällen unter besonderer Berücksichtigung des Verfahrens nach Obwegeser-Dal Pont.
Dtsch. Zahn-Mund- u.Kieferheilk. 61, 295 (1973)
72. GUERNSEY, L.H., de CHAMPLAIN, R.W.: Sequelae and complications of the intraoral sagittal osteotomy in the mandibular rami.
Oral Surg. 32, 176 (1971)
73. GYSI, A.: Studies on the Leverage Problem of the Mandibule.
Dent. Dig. 27, 74 u. 144 (1921)
74. HALL, H.D., CHASE, D.C., PAYOR, L.G.: Evaluation and refinement of the intraoral vertical subcondylar osteotomy.
J.Oral Surg. 33, 333 (1975)
75. HÄUPL, K. u. PSANSKY, R.: Histologische Untersuchungen über die Wirkungsweise der in der Funktions-Kieferorthopädie verwendeten Apparate (Aktivatoren).
Fortschr. Orthodont. 7, 54, 133 und 161 (1938)
76. HÄUPL, K. und PSANSKY, R.: Experimentelle Untersuchungen über Gelenktransformation bei Verwendung der Methoden der Funktionskieferorthopädie.
Fortschr. Orthodont. 8, 103 (1939)

77. HÄUPL, K.: Zur Frage des kieferorthopädischen Gelenkumbaues.
Fortschr. Kieferorthop. 19, 1 (1958)
78. HÄUPL, K.: Funktionelle Reizgeschehen und Umbau in den
Kiefergelenksgeweben unter physiologischen und pathologi-
schen Bedingungen.
Fortschr. Kiefer-u.Gesichtschir., Bd. VI, Hrsg. K.Schuchardt
Thieme, Stuttgart 1960
79. HÄUPL, K.: Die gewebliche Reaktion auf prothetische
Maßnahmen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 15, 458 (1960)
80. HAUSSER, E.: Die funktionelle Therapie des Distalbisses.
Zahnärztl. Welt 10, 67 (1955)
81. HAYES, A.M.: Changes in the mandibular fossa of the
rat, following unilateral condylectomy.
J.Canad. dent. Ass. 27, 647 (1961)
82. HEISS, J.: Zur chirurgischen Behandlung der Progenie.
Fortschr. Kieferorthop. 13, 173 (1952)
83. HELL, K.: Anwendung ausgewählter histochemischer Reaktionen
zum Studium der Binde- und Stützgewebedifferenzierung am
unentkalkten Knochenschnitt.
Acta.anat. (Basel) 51, 177 (1962)
84. HELLUY, M.: Etude cinétique et dynamique du jeu mandi-
bulaire dans l'abaissement et l'élévation simple.
Actualités odonto stomat. 48, 147 (1962)
85. HENSCHKE, F., PESCH, H.-J.: Kunststoffeinbettung im
Knochenlabor. Praeoperative Voraussetzungen zur Schnitt-
und Schlifftechnik.
Z. DVTA-MTA 24, 211 (1978)
86. HILDEBRANDT, C.: Die Unterkieferbewegung und ihre
Beziehung zum Kiefergelenk.
Zahnärztl. Rdsch. 47, 942 (1938)

87. HINDS, E.C. und KENT, J.N.: Diagnosis and selection of surgical procedures in management of open bite.
J. Oral Surg. 27, 939 (1969)
88. HINIKER, J.J. and RAMFJORD, S.: Anterior displacement of the mandible in adult Rhesus monkeys.
J. prosth. Dent. 16, 503 (1966)
89. HOFER, O.: Die operative Behandlung der alveolären Retraktion des Unterkiefers und ihre Anwendungsmöglichkeit für Prognathie und Mikrogenie.
Dtsch. Zahn-Mund-u.Kieferheilk. 9, 121 (1942)
90. HOFFER, O. u. COLICO, G.L.: Le modificazione dell A.T.M. conseguente spostamento mesiale della mandibola.
Rass. int.stomat. prat. 9, 27 (1958)
91. HOFFER, O.: Les modifications de l' articulation temporo-mandibulaire par l'action des moyens orthopédiques.
Orthodont. franc. 29, 97 (1958)
92. HOFFER, O., GIANNI, E., HOFFER, E., RESTELLI, E. und SCOLARI, G.: Zahnbewegungen in vertikaler Richtung mittels orthodontischer Maßnahmen im Tierexperiment.
Fortschr. Kieferorthop. 27, 141 (1966)
93. HOLLENDER, L., RIDELL, A.: Radiography of the temporo-mandibular joint after oblique sliding osteotomy of the mandibular rami.
Scand. J.dent. Res. 82, 466 (1974)
94. HOLLMANN, K., JESCH, W. und STRASSL, H.: Kontrolluntersuchungen nach Kieferosteotomien und Schienung mit dem Okklusionsflächenausgleich unter besonderer Berücksichtigung des Kiefergelenkes.
Öst. Z.Stomat. 73, 177 (1976)

95. HOOLEY, J.R. and WEST, R.A.: Vertical reposition of the maxillary alveolus to compensate for the short upper lip. Abstr. 2nd Congr. of the European Ass. for Maxillo-Facial Surgery, Zürich 1974
96. HOROWITZ, S.L. and SHAPIRO, H.H.: Modification of skull and jaw architecture following removal of the masseter muscle in the rat. Amer. J. phys. Anthrop. 13, 301 (1955)
97. HOTZ, R.P.: Application and appliance manipulation of funktional forces. Amer. J. Orthodont. 58, 459 (1970)
98. HULLIHEN, S.R.: Case of elongation of the under jaw distorsion of the face and neck, caused by a burn. Dent. Cosmos, 42, 287 (1900)
99. HUPFAUF, L.: Beitrag zum Costen-Syndrom. Fortschr. Kiefer- u. Gesichtschir. Bd. VI, Hrsg. K. Schuchardt Thieme Stuttgart, 1960
100. JANSON, J.: Skelettale und dentoalveoläre Änderungen durch die Bionatorbehandlung in der vorpubertären und pubertären Wachstumszeit. Habilitationsschrift , München 1977
101. JANZEN, E.K., BLUHER, J.A.: The cephalometric, anatomic, and histologic changes in Macaca mulatta after application of a continous-acting retraktion force on the mandible. Amer. J. Orthodont. 51, 823 (1965)
102. JARABAK, J.R. and KAMINS, M.: Masseter muscle in condylar regeneration of the rat. J.dent. Res. 31, 509 (1952)
103. JARABAK, J.R. and STUTEVILLE, O.: Bilateral mandibular condylar resection. J. dent. Res. 31, 509 (1952)

104. JARABAK, J.R. and VEHE, K.: Condylar regeneration in the rat.
J.dent. Res. 31, 510 (1955)
105. JARABAK, J.R.: An electromyographic analysis of muscular and temporo-mandibular joint disturbances due to imbalances in occlusion.
Angle Orthodont. 26, 170 (1956)
106. JOHO, J.P.: Die Reaktion der Zähne und Kiefer auf Veränderung der Bißlage.
Med. Diss. Zürich (1968)
107. JOHO, J.P.: Changes in form and size of the mandible in the orthopaedically treated *Macacus irus*.
Europ.Orthodont. Soc. Rep. Congr. 44, 161 (1968)
108. KANOUSE, M., RAMFJORD, S.P., NASJLETI, C.E.: Condylar growth in rhesus monkey.
J. dent. Res. 48, 1171 (1969)
109. KANTACK, G. R.: Regeneration of the condyle in the pig.
Amer. J.Orthodont. 52, 705 (1966)
110. KAWAMURA, Y.: Recent concepts of the physiology of mastication.
Arch. oral Biol. 1, 77 (1964)
111. KELSEY, C.: Radiographic cephalometric study of surgically corrected mandibular prognathism.
J. oral Surg. 26, 239 (1968)
112. KOBES, L.: Occlusal equilibration in the offices frequency.
pers. Mitt.
113. KOIVUMAA, K.K.: Cinefluorographic analysis of the masticatory movements of the mandible.
Suom. Hammastääk. Joim. 57, 306 (1961)

114. KÖLE, H.: Surgical operations on the alveolar-ridge to correct occlusal abnormalities.
Oral Surg. 12, 277, 413, 515 (1959)
115. KÖLE H.: Zur operativen Behandlung der Progenie.
Öst. Z.Stomat. 59, 31 (1962)
116. KÖLE, H.: Die chirurgische Behandlung des Distalbisses.
Fortschr. Kieferorthop. 22, 244 (1962)
117. KÖLE, H.: Ergebnisse, Erfahrungen und Probleme zur operativen Behandlung der Progenie.
Dtsch. Zahn-Mund-u.Kieferheilk. 40, 177 (1963)
118. KÖLE, H.: Ästhetische Chirurgie im Gesicht durch Eingriffe an den Kiefern.
Klin.Med. (Wien) 19, 61 (1964)
119. KÖLE, H.: Results, experience and problems in operative treatment of anomalies with reverse overbite (mandibular protrusion).
Oral Surg. 19, 427 (1965)
120. KOSTECKA, Fr.: Die chirurgische Therapie der Progenie.
Zahnärztl. Rdsch. 40, 669 (1931)
121. KRAFT, E.: Über electromyographische Untersuchungen kiefergelenkkranker Patienten.
Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 1399 (1963)
122. KROGH-PAULSEN, W.G., OLSSON, A.: Okklusionsdysharmonien und Fehlfunktionen des stomatognathen Systems. In:
Dental-Report, Stuttgart, Wien, Zürich 1967
123. KUNDERT, M., PALLA, S.: Deutung und Fehldeutung in der okklusionsdiagnostischen Kiefergelenkradiologie.
Schweiz.Mschr. Zahnheilk. 87, 465 (1977)

124. LATIF, A.: An electromyographic study of the temporalis muscle in normal persons during selected positions and movements of the mandible.
Amer. J. Orthodont. 43, 577 (1957)
125. LIEB, G.: Application of the activator in rhesus monkey.
Europ. orthodont. Soc. Rep. Congr. 44, 141 (1968)
126. LIEB, G. und SCHLAGBAUER, P.: Anwendung des Aktivators beim Rhesusaffen.
Fortschr. Kieferorthop. 31, 73 (1970)
127. LINDEMANN, A.: Leitfaden der Chirurgie und Orthopädie des Mundes und der Kiefer.
Meusser, Leipzig 1939
Barth, Leipzig 1941
128. LOOS, St.: Die Mechanik der Kiefergelenke.
Urban und Schwarzenberg, Wien 1946
129. LUDWIG, P.: Funktionelle Kiefergelenkbelastung und Unterkieferdeformation.
Habilitationsschrift, Erlangen-Nürnberg 1976
130. MAC INTOSH, R.B.: Total mandibular alveolar osteotomy.
J. max. Surg. 4, 210 (1974)
131. MEHNERT, H.: Progenieoperation durch sagittal-stufenförmige Osteotomie im horizontalen Ast bei bezahntem Unterkiefer.
Dtsch. Zahn-Mund-u.Kieferheilk. 49, 88 (1967)
132. MEIKLE, M.C. u. ORTH, D.: The effect of class II. inter-maxillary force on the dentofacial complex in the adult Macaca mulatta monkey.
J. Orthodont. 58, 323 (1970)
133. MOTSCH, A.: Kaufunktion und Kiefergelenkbeanspruchung.
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 819 (1968)

134. MOTSCH, A.: Funktionsorientierte Einschleiftechnik für das natürliche Gebiß.
Carl Hanser, München, Wien 1977
135. MOYERS, R.E.: Electromyography analysis of certain muscles involved in temporo-mandibular-movement.
Amer. J. Orthodont. 36, 487 (1950)
136. MOYERS, R.E.: Some recent electromyographic findings in the oro-facial muscles.
European orthodont. Soc. Trans. 32, 225 (1956)
137. MOYERS, R.E.: Some physiologic considerations of centric and other jaw relations.
J. prosth.Dent. 6, 182 (1956)
138. MÜHLEMAN, H.R. und HERZOG, H.: Tooth mobility and microscopic tissue changes produced by experimental occlusal trauma.
Helv. odont. Acta 5, 33 (1961)
139. MURPHY, P.J. and WALKER, R.V.: Correction of maxillary protrusion by osteotomy and orthodontic therapy.
J. oral Surg. 21, 275 (1963)
140. MUTSCHELKNAUS, R.: Die traumatische Okklusion, der artikuläre Ausgleich und die Behandlung der Parafunktion.
Zahnärztl. Mitt. 57, 1206 (1967)
141. NENNINGER, H.: Ein Beitrag zur Statik des Gebißaufbaues.
Zahnärztl. Welt 62, 45 (1961)
142. NEUNER, O.: Beitrag zur Progenieoperation am horizontalen Unterkieferast.
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 755 (1962)
143. NIEDERDELMANN, H., DIECKMANN, J.: Neurologische Störungen nach chirurgischer Korrektur der Progenie und Mikrogenie.
Fortschr. Kiefer-u.Gesichtschir. Bd. XVIII,
Hrsg. K. Schuchardt, R. Stellmach, Thieme Stuttgart 1974

144. NIKITJUK, B.A.: Experimentell-morphologische Untersuchungen über die Bedeutung der Kaufunktion bei der Gestaltbildung des Säugetierschädels.
Dtsch. Zahn-Mund- u. Kieferhkl. 50, 465 (1968)
145. OBWEGESER, H.: Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderen Unterkieferanomalien.
Dtsch. Zahn-Mund- u. Kieferheilk. 23, 1 (1955)
146. OBWEGESER, H.: The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty.
Oral Surg. 10, 677 (1957)
147. OBWEGESER, H.: Der offene Biß in chirurgischer Sicht.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 74, 668 (1964)
148. OBWEGESER, H.: Die Bewegung des unteren Alveolarfortsatzes zur Korrektur von Kieferstellungsanomalien.
Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 1 (1968); 24, 5 (1969)
149. OBWEGESER, H.: Surgical correction of small or retrodisplaced maxillae.
Plast. reconstr. Surg. 43, 351 (1969)
150. OHTA, T.: Experimentelle Untersuchungen der Gewebsveränderung bei Veränderungen der mesio-distalen Beziehungen der oberen und unteren Zahnreihen.
Kokybyo Gakkai Zasshi 7 (1937)
151. OSING, W.: Untersuchungen über Zusammenhänge von Bißart und Entstehung der Arthropathia deformans im Kiefergelenk.
Öst. Z. Stomat. 55, 374 (1958)
152. PAGE, H.C.: Temporomandibular joint physiology and jaw surgery.
Dent. Dig. 60, 54 (1954)

153. PEPERSACK, W.J., CHAUSSE, J.M.: Long Term follow-up of the Sagittal Splitting Technique for Correction of Mandibular Prognathism.
J. max.-fac. Surg. 6, 117 (1978)
154. PERRY, H.T. jr.: Muscular changes associated with temporomandibular joint dysfunction.
J. Amer. dent. Ass. 54, 644 (1957)
155. PFEIFER, G.: Indikation, Technik und Ergebnisse von Block-Segmentosteotomien am Ober- und Unterkiefer bei Dysgnathien. in Fortschr. Kiefer- u. Gesichtschir. Bd. XVIII, Hrsg. K. Schuchardt, R. Stellmach, Thieme Stuttgart 1974
156. PICHLER, H.: Orthopädische Kieferresektionen. Die Fortschritte d. Zahnheilkunde, Hrsg. V. Misch, Teil I, Thieme Leipzig 1929
157. PIETROKOVSKI, J.: Tooth Drift and Changes in the Temporomandibular Joint following Tooth Extraction in the Monkey. J. Periodont. 41, 353 (1970)
158. PLATZ, H., FRIES, R.: Gnathologische Aspekte bei Progenieoperationen. Öst. Z. Stomat. 73, 262 (1976)
159. PLIESS, G.: Organpathologie: Bewegungsapparat. Hrsg. W. Doerr, Thieme Stuttgart 1974
160. POSSELT, W.: Range of movement of the mandible. J. Amer. dent. Ass. 10, 1156 (1958)
161. PUFF, A.: Zur funktionellen Anatomie des Kiefergelenkes. Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 1385 (1963)
162. PUFF, A. u. KRAUSE, G.: Röntgenkinematographische Untersuchungen am Kiefergelenk unter funktioneller Belastung. Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 189 (1965)
163. RAMFJORD, S.P.: Dysfunctional temporomandibular joint and muscle pain. J. prosth. Dent. 11, 353 (1961)

164. RAMFJORD, S.P., HINIKER, J.J.: Distal displacement of the mandible in adult rhesus monkeys.
J. prosth. Dent. 16, 491 (1966)
165. REICHENBACH, E.: Die chirurgische Behandlung des offenen Bisses.
Fortschr. Kieferorthop. 21, 393 (1960)
166. REICHENBACH, E., GRIMM, G., MÜLLER, W.: Zur Bewertung der Progenieoperation im aufsteigenden Ast, hinsichtlich der Rezidiv-Verhütung.
Dtsch. Zahn-Mund- u. Kieferheilk. 47, 343 (1966)
167. REITZIK, M.: Cephalometry in the surgical correction of prognathism.
Brit. J. oral Surg. 10, 1 (1972)
168. RICKETTS, R.M.: A study of changes in temporomandibular relations associated with the treatment of class II malocclusion.
Amer. J. Orthodont. 38, 918 (1952)
169. RICKETTS, R.M.: The influence of orthodontic treatment on facial growth and development.
Angle Orthodont. 30, 103 (1960)
170. RIDELL, A., SÖREMARK, R., LUNDBERG, M.: Positional changes of the mandible after surgical correction of mandibular protrusion by horizontal osteotomy of the rami.
Acta odont. Scand. 29, 123 (1971)
171. ROBINSON, M.: Temporomandibular joint: Theory of reflex controlled nonlever action of the mandible.
J. Amer. dent. Ass. 33, 1260 (1946)
172. ROYDHOUSE, R.H.: The temporomandibular joint: Upward force of the condyles on the cranium.
J. Amer. dent. Ass. 50, 166 (1955)
173. ROMEIS, B.: Mikroskopische Technik.
R. Oldenbourg, München-Wien 1974

174. RUBEN, M.P., MAFLA, E.: Effekts of traumatic occlusion on the temporomandibular joint of rhesus monkeys.
J. Periodont. 42, 79 (1971)
175. SARNAT, B.G. and ENGEL, M.B.: A serial study of mandibular growth after removal of the condyle on the Macaca Rhesus monkey.
Plast. reconstr. Surg. 7, 364 (1951)
176. SCHENK, R.: Zur histologischen Verarbeitung von unentkalkten Knochen.
Acta anat. (Basel) 60, 3 (1965)
177. SCHLEGEL, D.: Über eine Münchener Modifikation der enoralen Progenie-Operation im Kieferwinkelbereich.
Dtsch. Zahnärztebl. 21, 1431 (1966)
178. SCHLEGEL, D.: Technik und Ergebnisse bei enoraler Progenieoperation.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. Hrsg. K. Schuchardt, R.Stellmach, Thieme Stuttgart 1974
179. SCHMOKER, R., SPIESSL, B., GENSHEIMER, T.: Funktionsstabile Osteosynthese und Simulographie bei der sagittalen Osteotomie des aufsteigenden Astes.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 86, 582 (1976)
180. SCHRÖDER, H.: Zur Frage der Belastung und Entlastung des Kiefergelenkes.
Vjschr. Zahnheilk. 50, 1 (1934)
181. SCHUCHARDT, K.: Ein Beitrag zur chirurgischen Kieferorthopädie unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Behandlung angeborener und erworbener Kieferdeformationen bei Soldaten.
Dtsch. Zahn-Mund-u.Kieferheilk. 9, 73 (1942)
182. SCHUCHARDT, K.: Die Chirurgie als Helferin in der Kieferorthopädie.
Fortschr. Kieferorthop. 15, 1 (1954)

183. SCHUHMACHER, G.H.: Sekundäre Veränderungen am maxillo-mandibularen Apparat, nach Kaumuskelresektion.
Dtsch. Zahn-Mund- u.Kieferheilk. 41, 14, 110 (1964)
184. SCHUHMACHER, G.H.: Der maxillo-mandibuläre Apparat unter dem Einfluß formgestaltender Faktoren.
Nova Acta Leopoldina.
Ambrosius Barth, Leipzig 1968
185. SCHÖLLER, A.: Die Schädelbasis im Röntgenbild.
Lucas, Gräge u.Sellem, Hamburg 1905
186. SCHULTE, W.: Knirschen und Pressen im vollbezahnten Gebiß - zugleich ein Beitrag zur Therapie der para-funktionell bedingten Kiefergelenkerkrankungen und zur Messung der Kaumuskel-tätigkeit.
Dtsch. zahnärztl. Z. 21, 112 (1966)
187. SCHULTE, W.: Die Muskelentspannung zur Therapie der Arthropathien des Kiefergelenkes - zugleich ein Beitrag zur Steuerung des muskulo-mandibularen Bewegungssystems.
Dtsch. zahnärztl. Z. 22, 858 (1967)
188. SCHULTE, W.: Zur funktionellen Behandlung der Myoarthropathien des Kauorgans: ein diagnostisches, und physiotherapeutisches Programm.
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 422 (1970)
189. SCHWARTZ, L.L.: Pain associated with the temporomandibular joint.
J. Amer. dent. Ass. 51, 394 (1955)
190. SCHWARZ, A.M.: Lehrgang der Gebißregulierung.
Urban u. Schwarzenberg, Berlin, Wien 1953
191. SCHWARTZ, L.L.: Disorders of the temporomandibular joint, diagnosis, management, relation to occlusion of teeth.
W.B. Saunders Company, Philadelphia, London 1959

192. SERGL, H.: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Frage der funktionellen Anpassung im Kausystem.
Habilitationsschrift Erlangen-Nürnberg 1971
193. SEWARD, T.: The anatomical basis of occlusion.
Angle Orthodont. 8, 39 (1938)
194. SHORE, N.A.: Occlusal equilibration and temporomandibular joint dysfunction.
J.B. Lippincot Co., Philadelphia u. Montreal 1959
195. SICHER, H.: Temporomandibular articulation in mandibular overclosure.
J. Amer. dent. Ass. 36, 131 (1948)
196. SIMPSON, W.: The results of surgery for mandibular prognathism.
Brit. J. oral Surg. 12, 166 (1974)
197. SITZMANN, F., WINKLMAIR, M.: Zur Darstellung der Gelenkwalze und des Kiefergelenkspaltes.
Zahnärztl. Welt 85, 940 (1976)
198. SKINAZI, G.L.S.: Etudes de mecanique experimentale sur la denture du rat.
Rev. franc.Odontostomat. 14, 109, 261 und 387 (1967)
199. SPIESSL, B.: Osteosynthese bei sagittaler Osteotomie nach Obwegeser-Dal Pont.
Fortschr. Kiefer- u. Gesichtschir. Bd. XVIII,
Hrsg. K. Schuchardt, R. Stellmach, Thieme Stuttgart 1974
200. STEINER, C.C.: The use of cephalometrics as an aid to planning and assessing treatment.
Amer. J. Orthodont. 46, 721 (1960)
201. STEINHARDT, G.: Untersuchungen über die Beanspruchung der Kiefergelenke und ihre geweblichen Folgen.
Dtsch. Zahnheilk. 91, Thieme Leipzig 1934

202. STEINHARDT, G.: Die Bedeutung funktioneller Einflüsse für die Entwicklung und Form der Kiefergelenke.
Dtsch. Zahn-Mund-u.Kieferheilk. 11 (1935) u. 3 (1936)
203. STEINHARDT, G.: Stellungnahme zu den Möglichkeiten und Auswirkungen kieferorthopädischer Maßnahmen an jugendlichen Kiefern.
Fortschr. Kieferorthop. 8, 120 (1939)
204. STEINHARDT, G.: Erfahrungen in der operativen Progeniebehandlung.
Fortschr. Kiefer-Gesichtschir. Bd. I, Hrsg. K. Schuchardt, Thieme Stuttgart 1955
205. STEINHARDT, G.: Die Bedeutung funktioneller Einflüsse für das jugendliche Kiefergelenk.
Fortschr. Kieferorthop. 18, 296 (1957)
206. STEINHARDT, G.: Zur Entstehung und konservativen Behandlung der Kiefergelenkstörungen, insbesondere der Bewegungsstörungen und des Gelenkknackens.
Öst. Z. Stomat. 54, 69 (1957)
207. STEINHÄUSER, E.W.: Midline splitting of the Maxilla for Correction of Dental-Facial-Disharmonies.
Fortschr. Kiefer-u.Gesichtschir., Hrsg. K. Schuchardt, R. Stellmach, Thieme Stuttgart 1974
208. STEINHÄUSER, E.W.: Variationen der Le Fort II Osteotomie.
3rd Congress European Ass. for Maxillo-Facial-Surgery, London 1975
209. STEINHÄUSER, E.W.: Persönl. Mitteilung 1978.
210. STÖCKLI, P.W., WILLERT, H.G.: Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey.
Amer. J. Orthodont. 60, 142 (1971)

211. STÖCKLI, P.W.: Die Reaktionsfähigkeit des mandibulären Gelenkknorpels auf orthopädische Stimulation während der Wachstumsphase.
Habilitationsschrift, Zürich 1971
212. TESSIER, P.: Ostéotomies totales de la face Syndrome de Crouzon. Syndrome d'apert.
Oxycéphalies. Scaphocephalies. Turricephalies.
An. chir.plast. (Paris) 273, 12 (1967)
213. THOMA, K.H.: Oblique osteotomy of the mandibular ramus.
Oral Surg. Supplement 1, 14 (1961)
214. TOMAN, J.: Přispěvek k chirurgické terapii progenie.
Inlayová ostektomie těla dolní čelisti.
Čs. Stomat. 316 (1958)
215. TRAGE, R.: Pathologische Veränderungen des Kiefergelenkes nach Bißerhöhung der gesamten Stützzone in einem Seitenzahnbereich beim Meerschweinchen.
Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 903 (1970)
216. TRAUNER, R.: Eine neue Operationsmethode bei der Progenie.
Dtsch. Zahn-Mund-u.Kieferheilk. 49, 77 (1967)
217. TUINZING, D.B., SWART, J.G.N.: Lageveränderungen des Caput mandibulae bei Verwendung von Zugschrauben nach sagittaler Osteotomie des Unterkiefers.
Dtsch. Z.Mund-Kiefer-u. Gesichtschir. 2, 63 (1978)
218. ULLIK, R.: Über die Progenieoperationen nach Kostecka.
Öst. Z. Stomat. 40, 255, 294 (1942)
219. VOGEL, S. und PIGANTELLI, M.: Indagini istochemiche sull'articolazione, A.T.M. del macacus rhesus in corso di trattamento gnato-orthopedico.
Rass. int.Stomat.Prat. 9, 46 (1958)

- 220. WANG, J.H., WAITE, D.E.: Vertical osteotomy VS sagittal split osteotomy of the mandibular ramus: Comparison of operative and postoperative factors.
J. oral Surg. 33, 596 (1975)
- 221. WARE, W., TAYLOR, R.: Condylar repositioning following osteotomies for correction of mandibular prognathism.
Amer. J. Orthodont. 54, 50 (1968)
- 222. WASSMUND, M.: Lehrbuch der praktischen Chirurgie des Mundes und der Kiefer.
Bd. I, Leipzig 1935
- 223. WEBER-THEDY, K.W.: Kritischer Beitrag zur Artikulationslehre.
Dtsch. zahnärztl. Z. 17, 1266 (1962)
- 224. WENZ, F.M., JARABAK, J. and ORBAN, B.: Experimental occlusal trauma imitating cuspal interferences.
J. Periodont. 29, 117 (1958)
- 225. WEISE, W.: Klinische Befunde, die für einen mandibulären bzw. articulären Gewebsumbau sprechen.
Fortschr. Kieferorthop. 18, 303 (1957)
- 226. WINKLER, R.: Über den funktionellen Bau des Unterkiefers.
Z.Stomat. 19, 403 (1921)
- 227. WINKLER R.: Der funktionelle Bau des menschlichen Kieferapparates. Teil 1: Die Gesetze der Statik und ihre Anwendung auf den Kieferapparat.
Dtsch. Zahnheilk. 55, 84 (1922)
- 228. WIRTH, B.: Über das Ergebnis klinischer und röntgenologischer Nachuntersuchungen an Progenieoperierten.
Med. Diss., Leipzig 1965
- 229. WUNDERER, S.: Die Prognathieoperation mittels frontal gestieltem Maxillafragment.
Öst. Z. Stomat. 59, 98 (1962)

230. WEISKOPF, J.: Die Bedeutung der Bewegungsgeräusche im Zusammenhang mit den Bewegungsbahnen beim Öffnen und Schließen als Symptom chronischer Kiefergelenkerkrankungen.
Dtsch. Stomat. 14, 719 (1964)
231. WINZENBURG, W., BOCK, O.: Die praeoperative Okklusionseinstellung bei Progeniepatienten.
Quintess. 22, 4367 (1971)
232. ZISSER, G.: Zur operativen Behandlung der maxillären Retrusion.
Zahnärztl. Prax. 20, 215 (1969)
233. ZISSER, G.: Die operative Korrektur alveolärer Fehlstellungen.
Dtsch. Zahn-Mund- u. Kieferheilk. 59, 68 (1972)

Danksagung

Herrn Prof. Dr.Dr. E.W. STEINHÄUSER danke ich für die uneingeschränkte Hilfe, für die zahlreichen Ratschläge bei der Bearbeitung der Thematik und für seine richtungsweisenden Anregungen zur Durchführung der tierexperimentellen Untersuchungen. Seiner moralischen Ermunterung verdanke ich das Zustandekommen dieser Untersuchung.

Für die großzügige Erlaubnis, die tierexperimentellen Einrichtungen seines Institutes benützen zu dürfen, danke ich Herrn Prof. Dr. J. ROHEN (Direktor des Anatomischen Instituts der Universität Erlangen-Nürnberg).

Zu großem Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof.Dr. G. PLIESS (Direktor des Pathologischen Institutes der Städtischen Krankenanstalten Nürnberg) für seine großzügige Unterstützung und uneingeschränkte Hilfsbereitschaft. Durch seine große Erfahrung in osteologischen Verarbeitungsverfahren und durch seine kompetenten knochenphysiologischen Kenntnisse hat Herr Professor Pliess Wesentliches zur histologischen Auswertung beigetragen.

Zu danken habe ich Herrn Prof.Dr.PESCH (Pathologisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg) für die Hilfe bei der Herstellung der unentkalkten histologischen Knochenschnitte.

Mein Dank gilt all jenen, die an der Durchführung und Ausarbeitung dieser Untersuchung beteiligt waren:

Insbesondere Frau W. ZIMMERMANN (Anatomisches Institut) und Frä. E. KÖNIG (Klinik und Poliklinik für Kieferchirurgie) für ihre unermüdliche Mithilfe bei den operativen Eingriffen.

Frau U. Wagner, Frau P. Welder-Reiterits und Frau B.Schaufler, für ihren steten Einsatz bei der Ausarbeitung des Manuskriptes.

